

ISSN 2782-2982 (Online)

ВЕСТНИК

**МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

- *Авиация и ракетно-космическая техника*
- *Астрономия*
- *Биология*
- *Журналистика*
- *Информатика*
- *Литературоведение*
- *Математика*
- *Машиностроение и машиноведение*
- *Педагогика*
- *Психология*
- *Социология*
- *Физика*
- *Химия*
- *Экономика и менеджмент*
- *Юриспруденция*
- *Языкознание*

№ 2 (25) 2024

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева» (Самарский университет)

Главный редактор д-р техн. наук **А. Б. Прокофьев**
Заместитель главного редактора канд. биол. наук **Е. С. Корчиков**

*Журнал издаётся по инициативе
Совета молодых учёных и специалистов Самарского университета*

С 2012 г. полнотекстовая версия размещается
на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.
Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Сетевое издание зарегистрировано Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций, регистрационный номер
ЭЛ № ФС 77-86495 от 29.12.2023

Доменное имя: **VMUIS.RU**, электронный адрес в сети Интернет: **<https://vmuis.ru/smus>**

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Ассистент **И. Ю. Беляев**

Канд. экон. наук **Е. А. Блинова**

Ассистент **А. В. Богомолова**

Канд. юрид. наук, председатель Совета молодых юристов Самарского регионального отделения Общероссийской общественной организации «Ассоциация юристов России» **С. С. Бородин**

Специалист по защите информации **С. В. Жуков**

Канд. физ.-мат. наук **М. В. Игнатьев**

Канд. хим. наук **К. А. Копытин**

Канд. психол. наук **А. П. Крюкова**

Канд. физ.-мат. наук **Л. В. Курганская**

Канд. филол. наук **Е. А. Нечаева**

Инженер **И. Н. Петров**

Зав. лабораторией **Р. С. Пикалов**

Канд. хим. наук **В. И. Платонов**

Канд. филол. наук **А. Г. Писарева**

Канд. филол. наук **Д. В. Тимошина**

Канд. физ.-мат. наук **Ю. А. Христофорова**

Канд. ист. наук **Е. И. Шлеенкова**

Ответственный редактор –

канд. экон. наук **К. Ю. Орлова**

Журнал издаётся с 2012 г.

Выходит 2 раза в год

Издатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» (Самарский университет)
Адрес издателя: 443086, Самарская область, г. Самара, Московское шоссе, 34

Публикуется в авторской редакции
Оформление выходных данных – Т. А. Мурзинова
Компьютерная верстка, макет – Е. С. Корчиков

Адрес редакции: 443011, Самарская область, г. Самара, ул. Академика Павлова, 1, Совет молодых учёных и специалистов, каб. 513, корпус 22 а

Тел. +7 (846) 334-54-43

Факс +7 (846) 335-18-36

E-mail: smuissu@gmail.com

WWW: <https://vmuis.ru>

Прежнее свидетельство – печатное СМИ, журнал «Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета», зарегистрировано Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Самарской области, регистрационный номер серии ПИ № ТУ63-00921 от 27 декабря 2017 г.

0+ Цена свободная

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов

ISSN 2782-2982 Online

Дата выхода в свет: 30.12.2024.

Формат 60x84/8

Гарнитура Times New Roman

© Самарский университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Авиация и ракетно-космическая техника

| | |
|---|----|
| <i>Майоров В. С., Чесноков К. А., Лыкин А. Ю.</i> Разработка 3-D модели жидкостного ракетного двигателя малой тяги для носителя сверхлёгкого класса | 6 |
| <i>Чесноков К. А., Майоров В. С., Понцов В. Л.</i> Проектирование жидкостного ракетного двигателя малой тяги для суборбитальной ракеты..... | 10 |
| <i>Voronin N. A., Avdeiko S. A.</i> Creation of a Forest Fire Monitoring System Based on Unmanned Aerial Vehicles | 13 |

Астрономия

| | |
|---|----|
| <i>Филиппов Ю. П.</i> Проблема точной ориентации мобильной монтировки телескопа астронома-любителя в направлении «на точку севера» в условиях ненаблюдаемости полюса мира и её решение с использованием магнитного поля Земли | 18 |
| <i>Филиппов Ю. П.</i> Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. часть III. Космологические модели XX-XXI вв..... | 31 |
| <i>Филиппов Ю. П.</i> Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. часть IV. Космогония Солнечной системы..... | 41 |
| <i>Филиппов Ю. П., Пашина В. А.</i> Количественный анализ основных свойств возможных источников внутренней энергии планет-гигантов. Расчёт скоростей изменений их основных физических параметров, обусловленных гравитационным сжатием | 51 |

Биология

| | |
|---|-----|
| <i>Андропова Н. О.</i> Особенности становления эстрального цикла крыс в условиях экспериментального гипотиреоза..... | 65 |
| <i>Дмитриева А. Д., Зайнулин Р. А., Романова И. Д.</i> Влияние 4-(1н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола на функциональную активность сердца крысы | 70 |
| <i>Ивченко М. К., Зайнулин Р. А., Романова И. Д.</i> Влияние 1н-бензимидазол-2-ил-метанола на функциональную активность сердца крысы..... | 77 |
| <i>Инюшкина Е. М., Сачков С. А., Трофимова Т. А., Князькин С. О., Пивнева А. М.</i> Интерактивное выставочное пространство «Умный дом бабочек»..... | 83 |
| <i>Метлина Е. Д., Романова И. Д., Зайнулин Р. А.</i> Влияние переднего левого отдела миндалевидного комплекса в развитии алкогольной зависимости у самок крыс | 90 |
| <i>Савина А. А.</i> Эффективный подход в лечении ожирения и избыточного веса на основе коррекции процедурной памяти..... | 99 |
| <i>Юдина Р. И., Зайнулин Р. А.</i> Влияние 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1н-1,2,4-триазола на функциональную активность сердца крысы | 106 |

Журналистика

| | |
|---|-----|
| <i>Афримович В. Г.</i> Приёмы видеодраматургии телевизионной журналистики в зоне вооружённого конфликта | 113 |
|---|-----|

Информатика

| | |
|---|-----|
| <i>Непряхин Б. О.</i> Аннотирование текстовых данных в социальных сетях | 119 |
|---|-----|

Литературоведение

| | |
|--|-----|
| <i>Варгальская М. Н.</i> Вербальная манифестация ценностной системы студентов-филологов как молодежной субкультуры (на материале романа Донны Тартт «Тайная история»)..... | 126 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| <i>Гатауллин Р. И., Сергеева Е. Н.</i> Сюжет взросления в повести Ислама Ханипаева «Типа я. Дневник суперкрутого воина»..... | 132 |
| <i>Стуликов К. А.</i> Реализация модели общество-тюрьма в драме Д. Вассермана «Пролетая над кукушкиным гнездом»..... | 137 |
| <i>Sidorenko L. S., Merkurova L. P.</i> Les dominants de l'espace dans le roman D'alexandre Pitchevsky «Le dessin de newton» | 142 |

Математика

| | |
|--|-----|
| <i>Абельдинов Р.</i> Численные методы решения прямой и обратной задач Штурма–Лиувилля..... | 147 |
| <i>Федотов А. А.</i> Максимальный период рационального генератора псевдослучайных чисел..... | 153 |
| <i>Хисматов Д. Р.</i> Спектральный анализ дифференциальных операторов на графах..... | 159 |

Машиностроение и машиноведение

| | |
|--|-----|
| <i>Загорин М. В., Сенацкая О. Б.</i> Разработка системы управления для интеллектуальной производственной ячейки «фрезерная обработка деталей МГТД» | 166 |
|--|-----|

Педагогика

| | |
|---|-----|
| <i>Бурачкова С. А.</i> Повышение квалификации преподавателей в эпоху цифровизации ... | 175 |
| <i>Зайончковская О. В., Козырева М. П.</i> Формирование языкового сознания у школьников на основе песенного материала на иностранном языке | 180 |
| <i>Иванушкина Н. В., Егорова А. В.</i> Средства психолого-педагогической работы в адаптации студентов к образовательной среде вуза: обзор научных исследований..... | 190 |
| <i>Кербель А. А., Иванушкина Н. В.</i> Средства психолого-педагогической работы по формированию коммуникативных умений младших школьников..... | 198 |

Психология

| | |
|--|-----|
| <i>Капишников Д. А., Гришин А. К.</i> Аутентичность людей с расстройством пищевого поведения | 203 |
| <i>Флинт Д. Г. Мышкина, М. С.</i> Маркеры социального инфантилизма в содержании идентичности..... | 211 |

Социология

| | |
|--|-----|
| <i>Богодухова А. С.</i> Средства активизации ресурсов подростков в деятельности молодежных организаций | 216 |
| <i>Борисова О. В.</i> Отношение студентов к цифровой гигиене | 221 |

Физика

| | |
|---|-----|
| <i>Латухина Н. В., Нестеров Д. А.</i> Структуры пористого кремния, легированные ионами эрбия и иттербия..... | 228 |
| <i>Макеев Д. М.</i> Исследование дифракционных элементов для дальнего ИК-диапазона лазерного излучения..... | 233 |
| <i>Осинская Ю. В., Макеев С. Р., Нуретдинова Д. Р.</i> Влияние легирующих примесей и постоянного магнитного поля на формирование микроструктуры и свойств алюминиевого сплава В95ПЧ | 241 |

Химия

| | |
|---|-----|
| <i>Гладкова К. И., Каменская А. И., Кураева Ю. Г.</i> Спектрофотометрическое и электрофоретическое изучение комплексообразования «лекарственное вещество – макроцикл» в водных растворах..... | 246 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Тимофеева Я. А.</i> разработка способов получения плёночных фотокатализаторов на основе TiO ₂ , синтезированного золь-гель методом..... | 252 |
| <i>Ryzhkova G. G., Efimova Ju. A., Dudovich D. L.</i> Perovskite quantum dots application in sensing of heavy metal ions | 257 |

Экономика и менеджмент

| | |
|--|-----|
| <i>Popov I. P., Isaeva O. N.</i> International Cooperation of Gorky Automobile Plant in the 21st Century | 263 |
|--|-----|

Юриспруденция

| | |
|--|-----|
| <i>Барсукова А. А.</i> Защита прав и интересов потерпевших в аспекте отказа государственного обвинителя от обвинения..... | 266 |
| <i>Евстефеева М. С.</i> Актуальные проблемы правового регулирования института гражданства | 272 |
| <i>Нурматова А. О.</i> Получение биометрических персональных данных в качестве образцов для сравнительного исследования в уголовном процессе России и некоторых зарубежных стран | 277 |
| <i>Петрушкин Е. А.</i> Запрет на участие в управлении юридическим лицом в постбанкротный период | 284 |
| <i>Табаева Д. В.</i> Обязательства в римском праве: сущность и система | 288 |
| <i>Юдина Е. А.</i> Девиации в семейно-правовой сфере, составляющие «пережитки родового быта» | 294 |

Языкознание

| | |
|---|-----|
| <i>Бреднева Д. М., Темникова Н. Ю.</i> Метафоры в художественном языке Андрея Платонова (на примере романа «Чевенгур») | 300 |
| <i>Володько К. Е., Меркулова Л. П.</i> Фразеология французского языка в сфере IT | 305 |
| <i>Жучкова А. А.</i> Реалии как инструмент создания образа постапокалиптического мира (на материале романа Д. Дэшнера «Бегущий в лабиринте: испытание огнем») | 310 |
| <i>Камальян Р. Н.</i> Структурно-смысловая организация текста как элемент стратегии продвижения продукции в сфере современного англоязычного музыкального дискурса..... | 315 |
| <i>Кафидова А. А., Беспалова Е. В.</i> Дискурс любви в прозе Э. М. Ремарка..... | 321 |
| <i>Мокеева Ю. И., Пыж А. М.</i> Языковая реализация аттрактивной функции в названиях YouTube-видео (на примере видеоблога “The Diary of a CEO”) | 328 |
| <i>Сармаева Е. А., Чернявская Н. А.</i> Безличные конструкции в детской речи: типология и специфика функционирования | 333 |
| <i>Свербёжкина В. С., Исаева О. Н.</i> Интердискурсивность юридических терминов в художественном тексте (на материале романа Джона Гришэма “The Appeal”)..... | 339 |
| <i>Шаронина А. А., Николаева Л. В.</i> Лингвокультурные особенности англоязычного молодежного сленга на материале американских сериалов | 344 |

АВИАЦИЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

УДК 621-454-2

РАЗРАБОТКА 3-D МОДЕЛИ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ ТЯГИ ДЛЯ НОСИТЕЛЯ СВЕРХЛЁГКОГО КЛАССА

В. С. Майоров, К. А. Чесноков, А. Ю. Лыкин

В настоящее время возрос спрос на запуск большого количества микрокосмических аппаратов, в том числе аппаратов класса CubeSat. Однако на данный момент, в России отсутствуют ракеты-носители сверхлёгкого и лёгкого класса, которые могли бы удовлетворить данный спрос. Было решено спроектировать двигательную установку для сверхлёгкой ракеты-носителя на экологически чистых и безопасных компонентах топлива. В данной работе был рассчитан двигатель и создана его модель в программе Siemens NX.

Ключевые слова: керосин; закись азота; форсуночная головка.

В настоящее время весьма актуальной является задача вывода на суборбитальную орбиту аппаратов сверхлёгкого класса – гео- и метеозонды и т.д. В рамках необходимости создания двигательной установки (ДУ) для ракет такого класса в данной работе описывается процесс разработки 3-D модели жидкостного ракетного двигателя малой тяги (ЖРДМТ) для таких ДУ. По техническому заданию тяга ЖРДМТ на уровне моря должна составлять 800 Н. При разработке мы пользовались литературой [1–3].

Следует отметить выбор топливной композиции, где горючим является керосин Т1, а окислителем – жидкая закись азота (N_2O). Данная топливная пара по проведенным расчетам достигает удельных параметров на уровне топлива НДМГ+АТ, являясь при этом экологически чистым топливом и имея удовлетворительные эксплуатационные характеристики. Секундный массовый расход

для достижения заданной тяги составляют для N_2O – $0,329 \text{ кг/с}$ и для Т1 – $0,40 \text{ кг/с}$ при массовом соотношении компонентов $K_m = 9,374$ (и коэффициенте избытка окислителя $\alpha_{ок}=0,87$).

Для обеспечения мелкодисперсности распыла и равномерного распределения капель компонентов по объему камеры сгорания (КС) предлагается использовать центробежные однокомпонентные форсунки. При этом форсунка горючего располагается на оси КС, а форсунки окислителя равномерно по концентрической окружности.

Расчёты, проведённые с помощью разработанной авторами программы, позволили получить параметры факела распыла и геометрические размеры форсунок окислителя и горючего. Геометрические размеры форсунок окислителя и горючего представлены на рисунке 1, а расположение форсунок на огневом днище – на рисунке 2.

© Майоров В. С., Чесноков К. А., Лыкин А. Ю., 2024.

Майоров Владимир Сергеевич (valodia.m@yandex.ru),

студент II курса института двигателей и энергетических установок;

Чесноков Константин Антонович (konstphx@gmail.com), студент I курса института авиационной и ракетно-космической техники;

Лыкин Александр Юрьевич (likin.ayu@ssau.ru),

старший преподаватель кафедры инженерной графики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

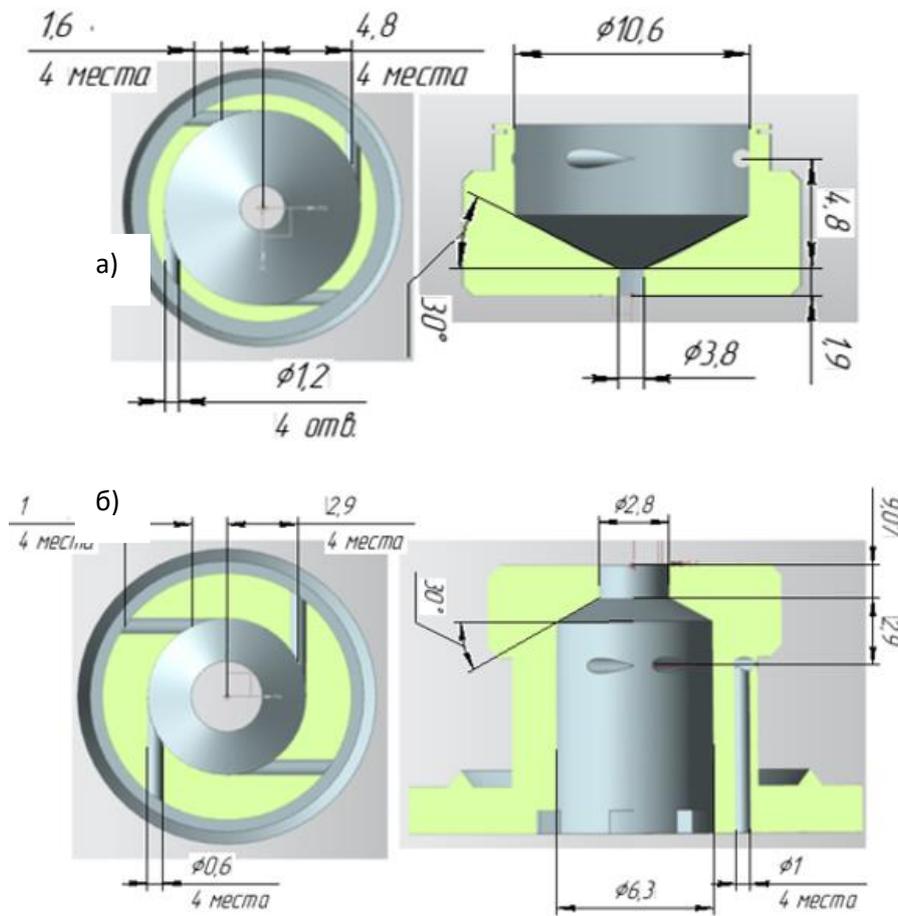


Рис. 1. Геометрические размеры форсунок: а) горючего, б) окислителя

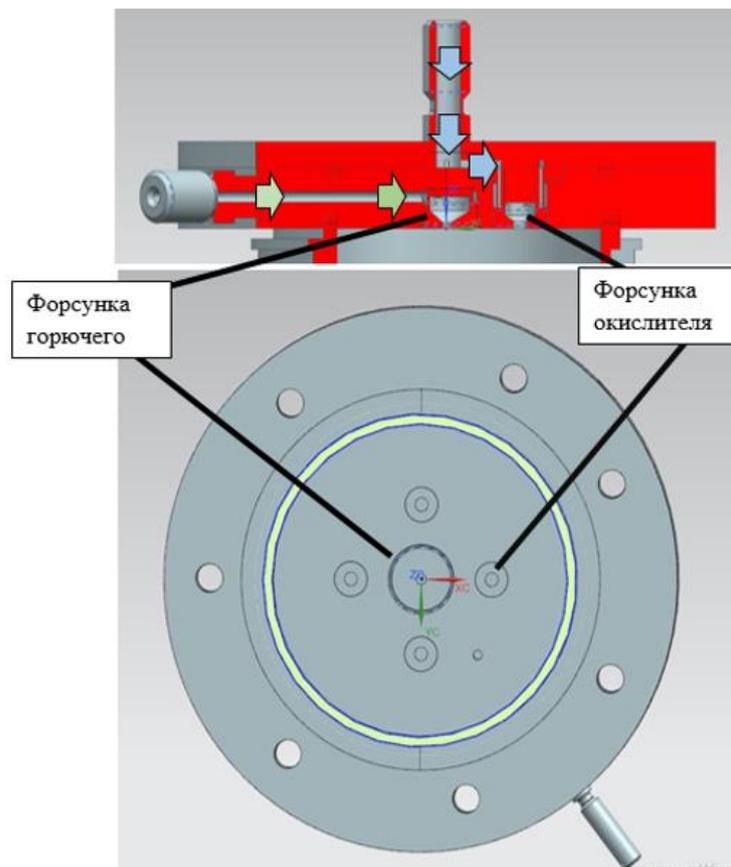


Рис. 2. Схема расположения форсунок окислителя и горючего на огневом днище

В ходе проведённых в программе Терра, расчётов были получены распределение температуры и давления по длине камеры ЖРДМТ, а также состав продуктов сгорания (рис. 3).

Поверочный расчёт, проведённый в программе RPA (rocket propulsion analysis), подтвердили ранее полученные результаты. Данная программа позволила рассчитать геометрические размеры КС и сопла проектируемого ЖРДМТ.

Перечисленные выше расчёты позволили разработать конструкцию экспериментального ЖРДМТ. Она представляет собой разборную конструкцию, которую можно разделить на три элемента: форсуночную го-

ловку, камеру сгорания и сопло. На рисунке 4 представлена построенная с помощью системы автоматизированного моделирования Siemens NX 3-D модель экспериментального ЖРДМТ.

Разработанная 3-D модель позволила сформировать набор 3-D моделей деталей, из которых состоит камера ЖРДМТ. Используя современные аддитивные технологии по полученным 3-D моделям был создан макет камеры разрабатываемого ЖРДМТ, представленный на рисунке 5.

Представленные в работе результаты позволяют перейти к изготовлению экспериментального образца ЖРДМТ.

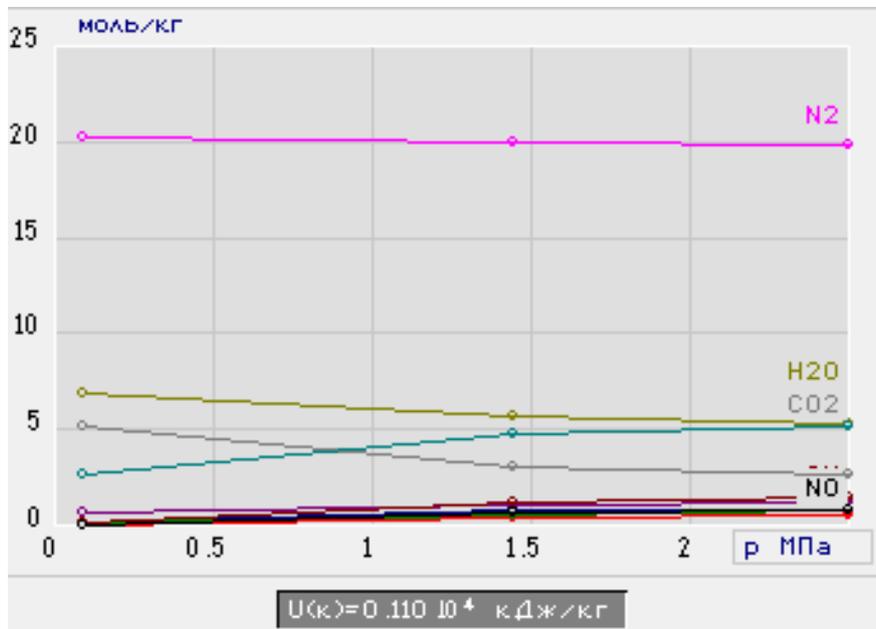


Рис. 3. Состав продуктов сгорания в зависимости от выбранного сечения камеры

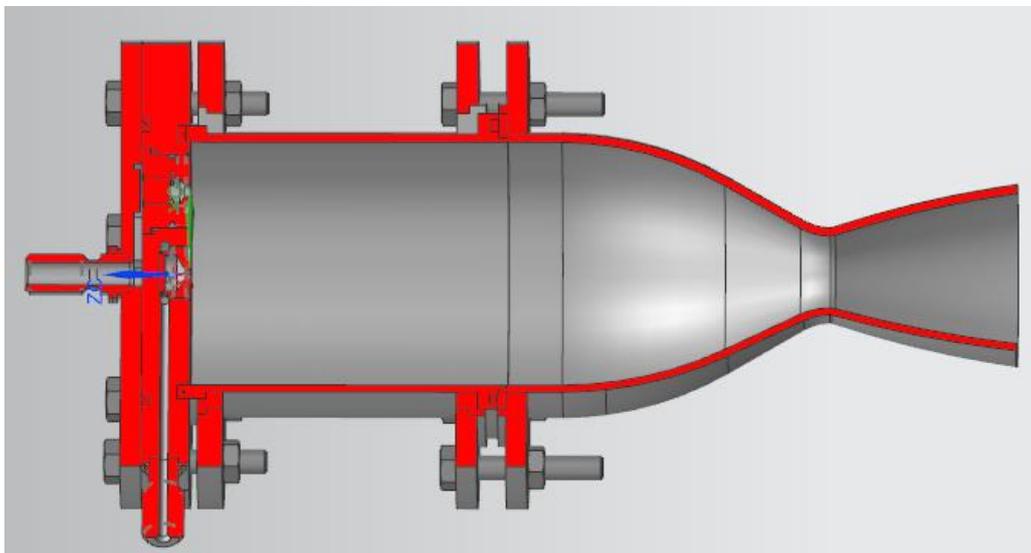


Рис. 4. 3-D модель экспериментального ЖРДМТ

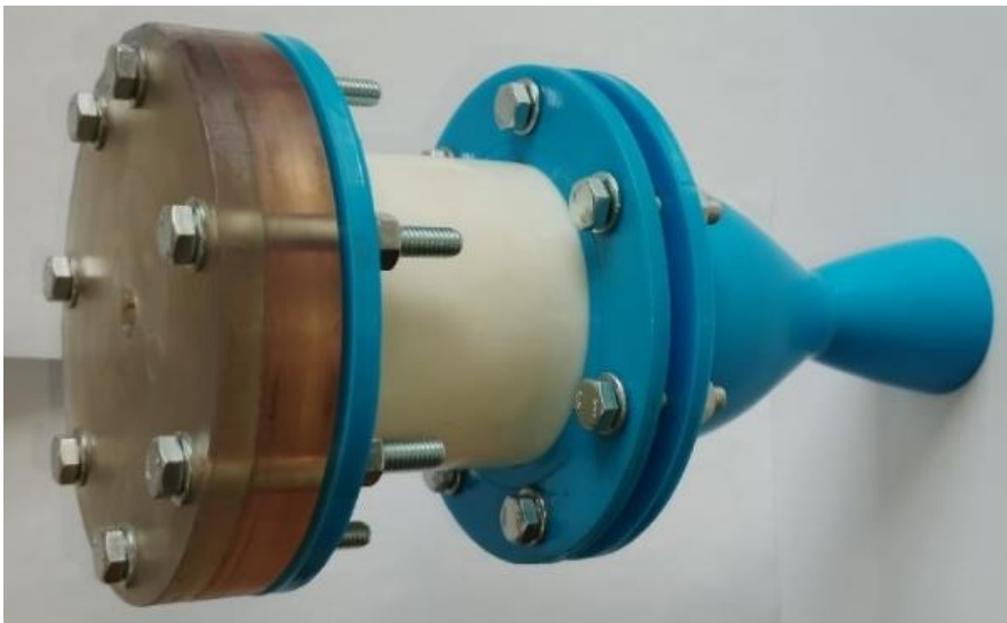


Рис. 5. Макет экспериментального ЖРДМТ

Литература

1. Разработка экспериментально-расчетной системы исследования эффективности завесного охлаждения жидкостного ракетного двигателя малой тяги / А. Г. Воробьев, И. Н. Боровик, А. Н. Хохлов [и др.] // Труды МАИ. 2012. С. 1–11.

2. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1980. 535 с.

3. Борисов В. А. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. Куйбышев: Куйбышевский авиационный институт, 1982. 72 с.

DEVELOPMENT OF A 3-D MODEL OF A LOW-THRUST LIQUID ROCKET ENGINE FOR AN ULTRALIGHT CLASS CARRIER

V. S. Mayorov, K. A. Chesnokov, A. Yu. Lykin

Calculations of fuel and oxidizer injectors made it possible to develop the design of the liquid propellant nozzle head, and thermodynamic calculations made it possible to obtain the dimensions and profile of the combustion chamber and nozzle. The calculations carried out made it possible to develop the design of an experimental LRE and create its 3-D model using the Siemens NX automated modeling system.

Key words: kerosene; nitrous oxide; nozzle head.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© Mayorov V. S., Chesnokov K. A., Lykin A. Yu., 2024.

Mayorov Vladimir Sergeevich (valodia.m@yandex.ru), 2nd year student of the Institute of Engine and Power Plant Engineering;

Chesnokov Konstantin Antonovich (konstphx@gmail.com), 1st year student of the Institute of Aerospace Engineering;

Lykin Alexandr Yuryevich (likin.ayu@ssau.ru),

senior lecturer of the Department of Engineering Graphics of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 621-454-2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ ТЯГИ ДЛЯ СУБОРБИТАЛЬНОЙ РАКЕТЫ

К. А. Чесноков, В. С. Майоров, В. Л. Попцов

В данной работе описывается процесс разработки жидкостного ракетного двигателя малой тяги для суборбитальной ракеты. В качестве горючего предлагается использовать керосин, спирт, сжиженный природный газ, а в качестве окислителя – закись азота. Был проведён термодинамический расчёт с использованием программных комплексов Terra и RPA, получен геометрический контур камеры жидкостного ракетного двигателя. Для смесеобразования компонентов было предложено использовать однокомпонентные центробежные форсунки с центральной форсункой горючего и четырьмя форсунками окислителя. В качестве системы воспламенения выбрана пирозапальная схема. Создан разборный экспериментальный образец двигателя с возможностью изменения геометрии форсунок, размеров камеры сгорания и сопла.

Ключевые слова: керосин; термодинамический расчёт; топливная пара; закись азота.

В настоящее время актуальным является развитие космической отрасли промышленности, особенно в связи с поставленными целями импортозамещения. В данной работе описывается процесс разработки жидкостного ракетного двигателя малой тяги (ЖРДМТ) для суборбитальной ракеты. Исходя из имеющегося стендового оборудования и требований по высоте полёта с учётом литературных данных [1; 2] было сформировано техническое задание, указанное в таблице 1.

Одна из основополагающих проблем в создании жидкостного ракетного двигателя – выбор топливной пары. Топливная пара должна обладать рядом свойств – экологическая чистота, безопасность использования, транспортировки и хранения, хорошие энергетические характеристики.

В качестве горючего могут подойти керосин, спирт, сжиженный природный газ – они достаточно легкодоступны и обладают хорошей энергетичностью.

При выборе окислителя возникают определенные трудности – большинство

окислителей обладают высокой токсичностью, либо их проблематично хранить и использовать. В связи с этим было предложено использовать закись азота, т.к. она экологична, сжижается при комнатной температуре, не взрывоопасна сама по себе и обладает приемлемой энергетичностью.

Был проведён термодинамический расчёт с использованием программных комплексов Terra и RPA, в результате были получены характеристики, указанные в таблице 2.

Давление на срезе сопла было выбрано согласно [1].

Также в результате термодинамического расчёта был получен геометрический контур камеры жидкостного ракетного двигателя – рисунок 1.

Для смесеобразования компонентов было предложено использовать однокомпонентные центробежные форсунки с центральной форсункой горючего, и четырьмя форсунками окислителя.

Поскольку двигатель будет запускаться один раз, в качестве системы воспламенения была выбран пирозапальная схема – высоко-

© Чесноков К. А., Майоров В. С., Попцов В. Л., 2024.

Чесноков Константин Антонович (*konstphx@gmail.com*), студент I курса института авиационной и ракетно-космической техники;

Майоров Владимир Сергеевич (*valodia.m@yandex.ru*),

студент II курса института двигателей и энергетических установок;

Попцов Валерий Львович (*popcov.vl@ssau.ru*),

ведущий инженер Инжинирингового центра Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

горючий твердый состав заводится в камеру и воспламеняется при помощи нагрева спирали, в результате чего происходит воспламенение основных компонентов.

Так как предложенные компоненты мало изучены и требуют экспериментального

изучения, было предложено создать разборный экспериментальный образец двигателя, с возможностью изменения геометрии форсунок, размеров камеры сгорания и сопла. На рисунке 2 показана 3D-модель экспериментального двигателя.

Таблица 1

Техническое задание на разработку жидкостного ракетного двигателя малой тяги для суборбитальной ракеты

| Тяга (Н) | Время работы (сек) | Давление в КС (бар) | Минимально допустимый УИ на уровне моря (м/с) |
|----------|--------------------|---------------------|---|
| 800 | 50 | 25 | 2000 |

Таблица 2

Общие характеристики жидкостного ракетного двигателя

| Давление в КС (Мпа) | Тяга на уровне моря (Н) | Тяга на вакууме (Н) | УИ на уровне моря (м/с) | УИ в вакууме (м/с) | Массовый расход (кг/с) | Температура в КС (К) | Давление на срезе сопла (МПа) |
|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 2,5 | 800 | 920 | 2285 | 2615 | 0,37 | 3226 | 0,08 |

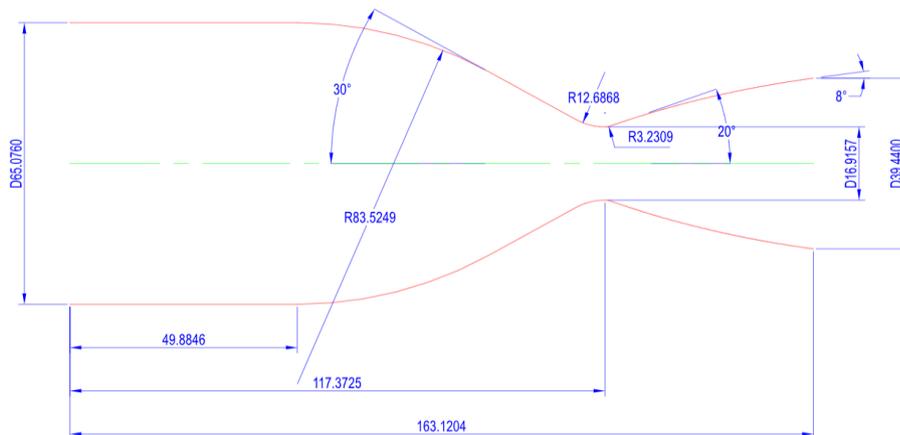


Рис. 1. Геометрический контур камеры жидкостного ракетного двигателя (размеры даны в мм)

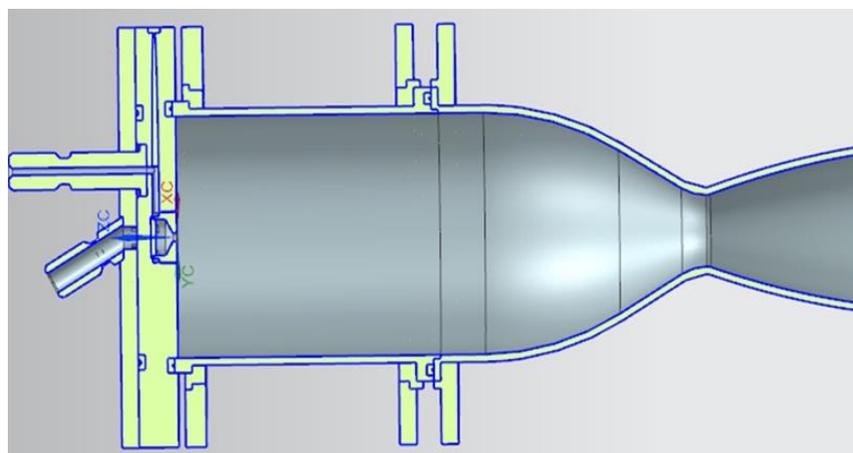


Рис. 2 3D модель экспериментального двигателя в разрезе

Литература

1. Егорычев В. С. Термодинамический расчет и проектирование камер ЖРД с СПК TERRA. Самара: Издательство СГАУ, 2013. 107 с.
2. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели // МГТУ им. Баумана. 2005. С. 95–117.

DESIGNING A LOW-THRUST LIQUID ROCKET ENGINE FOR A SUBORBITAL ROCKET

K. A. Chesnokov, V. S. Mayorov, V. L. Poptsov

This paper describes the process of development of a low-thrust liquid rocket engine for suborbital missiles. As fuel, it is proposed to use kerosene, alcohol, liquefied natural gas and nitrogen oxide as an oxidizer. Thermodynamic calculation was carried out using the software complexes Terra and RPA, obtained a geometric contour of the chamber of liquid rocket engine. For the mixing of components, it was recommended to use single-component centrifugal nozzles with a central nozzle and four oxidizer nozzles. The pyrazopalast scheme is chosen as the ignition system. The experimental model of the engine was created with the possibility to change the geometry of the nozzles, the dimensions of the combustion chamber and the nozzle.

Key words: kerosene; thermodynamic calculation; fuel vapor; nitrous oxide.

Статья поступила в редакцию 19.05.2024 г.

© Chesnokov K. A., Mayorov V. S., Poptsov V. L., 2024.

Chesnokov Konstantin Antonovich (*konstphx@gmail.com*), 1st year student of the Institute of Aerospace Engineering;
Mayorov Vladimir Sergeevich (*valodia.m@yandex.ru*), 2nd year student of the Institute of Engine and Power Plant Engineering;

Poptsov Valery L'vovich (*popcov.vl@ssau.ru*),

Lead Engineer of the Engineering Center of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

UDC 62.519+614.842.9+614.842.82

CREATION OF A FOREST FIRE MONITORING SYSTEM BASED ON UNMANNED AERIAL VEHICLES

N. A. Voronin, S. A. Avdeiko

The topic of this paper is forest fires and ways of fighting them using drones. The paper describes the causes of forest fires and the damage they cause to the environment. The increase in the number and scale of fires in different parts of the world in recent years is also discussed. Much attention is given to modern unmanned aerial vehicles (UAVs), their advantages and ways of application in various areas. The high efficiency of fire extinguishing when fighting forest fires by using unmanned aerial vehicles is also emphasized. The article reports on the creation of a UAVs fire fighting system. All its components and the method of their interaction have been analyzed in detail. The most suitable drones in terms of parameters have been found and patrol routes have been calculated for various methods of using the presented system.

Key words: drones; patrolling; firefighting; quadrocopters; fire centers; forest areas.

A wildfire is the spontaneous, uncontrolled spread of fire across a forest area. It has a devastating impact on the environment, landscape and ecosystems. The risk of wildfires grows in extremely dry conditions, such as drought, heat waves and during high winds. Wildfire smoke is a mixture of hazardous air pollutants, such as ozone, aromatic hydrocarbons, or lead. In addition to contaminating the air with toxic pollutants, wildfires also simultaneously impact the climate by releasing large quantities of carbon dioxide and other greenhouse gases into the atmosphere. These natural disasters are increasingly extreme in terms of acres burned, duration, and intensity. They can also disrupt transportation, communications, water, power, and gas supplies [1].

There are three main factors that contribute to the risk of fire occurrence:

- dry fuel such as leaves, grass, branches, and other organic materials;
- oxygen in the air;
- uncontrolled heat or fire sources.

Lightning is the most common ignition source that causes the vast majority of wildfires. There are two types of lightning: cold and hot. Cold lightning is usually of short duration and thus rarely a cause of wildfires. This is not the

case with hot lightning: its currents have a lower voltage but occur over a longer period of time. Because of the intense heat it generates, hot lightning accounts for the majority of natural fires.

Humans are also often responsible for initiating wildfires, either accidentally or intentionally. Human-related events that can ignite fires range from open burning such as campfires, equipment failure, and the malfunction of engines to debris burning, negligent discarding of cigarettes on dry grounds as well as other intentional acts of arson. The latter accounts for one of the most common causes of wildfires [2].

Due to climate changes, the frequency and intensity of extreme weather events such as heat waves are gradually increasing. Under such conditions, forest fires can easily occur and spread.

According to statistics over the past few years, wildfires are becoming more widespread, burning nearly twice as much tree cover today as they did 20 years ago. Forest fires kill more people and burn more land than ever before, as evidenced by data from different parts of the world [3].

• According to the European Forest Fire Information System (EFFIS), 2021 was the second-worst wildfire season in the European Union since 2000. Damages in 2021 were only sur-

© Voronin N. A., Avdeiko S. A., 2024.

Voronin Nikita Alekseyevich (voroninn2004@mail.ru), 2nd year student of the Institute of Engine and Power Plant Engineering;

Avdeyko Svetlana Al'bertovna (asa210770@mail.ru), senior lecturer

of the Department of Foreign Languages and Russian as a Foreign Language of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

passed by those in 2017, when over 1 million hectares (ha) burned in the EU [4].

- In California, six of the twenty largest wildfires in the state's history occurred in 2020. The devastation was so enormous that a new term has even been coined: the world's first "gigafire" – an unprecedented blaze covering more than a million acres.

- In Australia, the so-called black summer wildfire season of 2019/20 consumed an estimated 46 million acres and destroyed nearly 6,000 buildings in the process. Virtually all of Australia, with the exception of the deserts, has been subjected to large-scale wildfires.

Unmanned aerial vehicles and how they can be used

Unmanned aerial vehicles (UAVs), also known as drones, are being widely used and have gained significant attention in the last decade. Most of the studies report multicopters due to their simplicity in control mechanisms and high-precision in positioning. At present, UAVs are being used in multiple military, industrial and commercial applications. They are being used in mobile edge computing, cellular communication, package delivery, smart healthcare, intelligent transportation systems, video surveillance missions, precision agriculture, power-line inspection, remote sensing, search and rescue, and performing relief operations in disaster environments. UAVs have the capability to access remote or dangerous areas, facilitate environmental monitoring and capture high-resolution imagery. These flying objects are helpful in monitoring as they bridge the constraints in limited-access, dynamic, harsh and complex environments.

Application of UAVs in fire fighting

Unmanned aerial vehicles (UAVs) offer several advantages that enhance the safety, efficiency, and effectiveness of firefighting operations. In this section, we will explore the numerous benefits of drones in firefighting. They can reach heights inaccessible to firefighters, improving response times and containment efforts. Meanwhile, the real-time data they obtain on fire behavior, temperature, and smoke patterns help incident commanders and firefighters adjust their strategies and make informed decisions for more effective firefighting efforts. Additionally, drones with thermal cameras detect hotspots and locate

trapped individuals. This information helps prioritize efforts, deploy resources effectively, and potentially save lives by identifying those in need of immediate rescue.

Aerial firefighting drones also play a crucial role in facilitating communication and coordination among different teams and agencies involved in firefighting operations. In remote or disaster-stricken locations where communication infrastructure might be damaged or non-existent, drones equipped with communication devices can act as relay points [5].

Based on all of the above, we can conclude that drones can seriously help fight forest fires and minimize casualties, because they allow you to control the situation and respond quickly to the threat, so firefighting systems using them will be extremely effective.

Creation of a forest fire monitoring system

The forest fire monitoring system is based on the FlytNow program. It is a cloud-based fleet management solution that provides a unified dashboard for managing a fleet of drones. The dashboard provides access to drone mission planning, live telemetry, and video streams from all connected drones over a 4G/LTE/5G network. Below it is shown an illustration of how the solution works (fig. 1) [6].

A forest fire can burn for days before it can be brought under control, so it becomes important for firefighters to stay aware of the situation and monitor it.

FlytNow offers a drone autonomy software platform specifically tailored for firefighting missions, which helps in setting up a localized command center to manage drones working to bring a forest fire under control. Following are the features that would allow firefighters to set up a command center and some ways they can be used.

- FlytBase can be accessed via a web browser. A firefighter with a laptop can log into the FlytBase dashboard and see the status of all connected drones. Similar to a command center, he/she can manage and control all drones from a single dashboard [7].

- FlytBase comes with an advanced mission planner that allows for setting up a flight path for a drone. Using the mission planner, a fire official can program a drone to fly over a defined perimeter and map it in order to understand the spread of the fire.



Fig. 1. FlytNow program features

- It can stream live video and telemetry from all connected drones. Using this feature, a fire official can see the video feeds (at ultra-low latency) from all connected drones on the dashboard and even share them with various agencies either via email or using the built-in team management system. This would allow for better coordination among different agencies.

This program makes it possible to organize both general monitoring of any area and search for specific problems, for example, search for fires or other natural disasters. All data collected in various surveillance modes are transmitted to the command center. It should be noted that the entire patrolling process can be carried out both fully autonomously and under direct human control.

The system includes two types of UAVs: hexacopters and airplanes, which perform different types of tasks. Regarding the onboard sensors, the UAV was equipped with a set of subsystems described as follows:

- Optical sensors
- Thermal camera
- Digital temperature sensors
- Onboard embedded unit
- Communications module

The system uses Leica Aibot hexacopters, multifunctional vehicles perfectly suited for patrolling territories. They can lift 6 kg of payload into the air, and fly with it for 28 minutes at an altitude of more than 4 kilometers. This is more than enough for patrolling. The main characteristics of these aircraft are as follows:

- Take-off weight: 15,1 kg
- Flight altitude: up to 4500 meters

- Max. speed: 50 km/h
- Climbing speed: 28 km/h
- Flight time: up to 24 minutes

The system also includes the SenseFly eBee Classic airplane-drone. It is a fully autonomous and easy-to-use mapping drone. The Ebee Classic is the easiest to use mapping drone available, you just need to toss the drone in the air to take off, which allows you to use it on any terrain. With a light weight and a wingspan of less than a meter, this drone can be launched even from a small open area, which is convenient when monitoring forests. It has the following characteristics:

- Wingspan: 0.96 meters
- Weight: about 0.69 kg
- Cruising speed: 40-90 km/h
- Maximum flight time: 55 minutes

In the established firefighting system, FlytNow is integrated with ground equipment and computerized dispatch systems such as emergency services. The operation of the system is as follows.

1) The forest area to be patrolled is divided into squares, which are calculated based on the capabilities of the UAV. Using Microsoft Excel software, it was calculated that for the most efficient patrolling by our hexacopter, the side of the square should be 2,5 km.

2) The points on the perimeter and inside the square have digitized geographic coordinates.

3) Based on the geographic coordinates and patrol tasks, different routes for UAVs are programmed.

4) A database of routes for drones is formed.

5) A forester goes out on patrol with several

drones. He moves along the borders of the squares by launching a drone into any of them, having previously selected a route for this drone. Several batteries are provided for each copter, which greatly increases the patrol time of one UAV.

6) The data from the drone's cameras is transmitted to the dispatcher at the command center. It is possible to use artificial intelligence functions, such as object detection, to identify specific ground targets, such as a hot spot.

7) If a fire is detected, the dispatcher will call the fire department and report about the fire.

8) The drone continues the mission until its battery runs out. It returns to the station and lands to recharge using the precision landing feature. A ranger's transport can be used as a charging station.

There are three types of routes (fig. 2).

1) Perimeter flight. The drone flies only around the perimeters of squares.

2) Full patrol. The drone surveys the entire square.

3) Back and forth overflight. The drone flies to the maximum allowable range, flies 200m to the side and comes back.

The parameters of the routes are also given in the table (table 1). Here you can see the time spent on each route for a hexacopter and for an airplane. The area viewed by drones when performing a task is also calculated. The airplane flies over a larger area, but inspects it in less detail. The hexacopter, on the other hand, monitors the area in great detail.

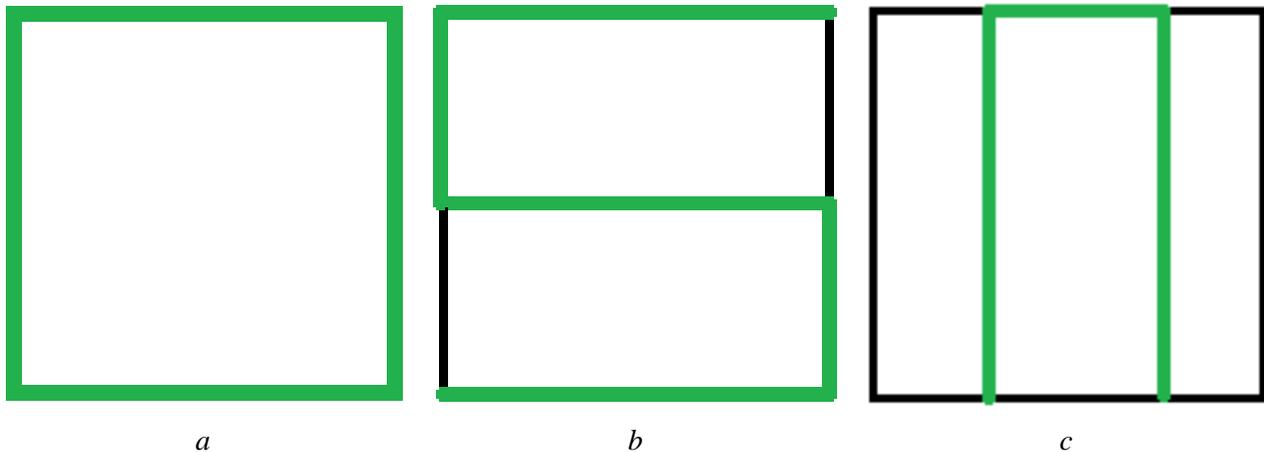


Fig. 2. Types of UAV flight routes over forest areas: a – perimeter flight, b – full patrol, c – back and forth overflight

Table 1

Parameters of the routes

| Indicator | For hexacorter | | For aircraft | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Height, m | 150 | | 100 | |
| Viewing radius, m | 150 | | 100 | |
| Initial data | | | | |
| Flight time, h | 0,4 | | 0,75 | |
| Speed, km/h | 50 | | 70 | |
| Flight length, km | 20 | | 52,5 | |
| Viewing radius, km | 0,3 | | 0,2 | |
| Square of patrolling, km ² | 6 | | 10,5 | |
| Routes | | | | |
| | Flight time, min. | S overflight, km ² | Flight time, min. | S overflight, km ² |
| Perimeter circling | 9,6 | 2,4 | 10,3 | 2,4 |
| Square circling | 19,76 | 4,94 | 41,4 | 9,66 |
| Forward and backward circling | 23,04 | 5,76 | 44,3 | 10,34 |

Conclusion

Based on the data obtained of using drones when extinguishing forest fires, we have created a fire fighting system based on UAVs. We have also described in detail the principle of its operation. The most suitable aircraft parameters have been selected and patrol routes have been calculated for various methods of using the presented system. Since the system created during the work is quite simple, it can be used locally, in individual areas of the forest, and throughout the entire forest area. Since this firefighting method can be applied now, this is a good opportunity to get closer to solving one of the most important firefighting problems, at least in some regions.

Literature

1. World Resources Institute [Electronic resource]. URL: <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires> (accessed: 10.04.2024).

2. World Health Organization (WHO) [Electronic resource]. URL: https://www.who.int/health-topics/wildfires#tab=tab_1 (accessed: 10.04.2024).

3. What Causes Wildfires [Electronic resource]. URL: <https://earth.org/what-causes-wildfires/> (accessed: 12.04.2024).

4. Forest Fire - an overview [Electronic resource]. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/forest-fire> (accessed: 13.04.2024).

5. Firefighting Drones. URL: <https://www.jouav.com/blog/drones-in-firefighting.html> (accessed: 19.04.2024).

6. UAV Navigation. URL: <https://www.uav-navigation.com/company/blog/UAVs-in-firefighting> (accessed: 23.04.2024).

7. FlytBase. URL: <https://www.flytbase.com/blog/drones-in-forest-fire-response> (accessed: 27.04.2024).

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Н. А. Воронин, С. А. Авдейко

Тема данной работы – лесные пожары и способы борьбы с ними с помощью дронов. В статье описываются причины возникновения лесных пожаров и ущерб, причиняемый ими окружающей среде. Обсуждается проблема увеличения числа пожаров и их масштабов в разных частях мира. Большое внимание уделяется современным беспилотным летательным аппаратам (БПЛА), их преимуществам и применению в различных отраслях. Отмечается повышение эффективности пожаротушения при борьбе с помощью беспилотных летательных аппаратов. Исходя из полученных данных об актуальности использования дронов, в данной сфере создана система противопожарной борьбы на базе БПЛА, детально разобраны все входящие в неё компоненты и способ их взаимодействия. Найдены наиболее подходящие по параметрам беспилотники и рассчитаны маршруты патрулирования для различных способов применения представленной системы.

Ключевые слова: беспилотники; патрулирование; противопожарная борьба; квадрокоптеры; очаги возгорания; лесные массивы.

Статья поступила в редакцию 04.06.2024 г.

© Воронин Н. А., Авдейко С. А., 2024.

Воронин Никита Алексеевич (voroninn2004@mail.ru), студент II курса института двигателей и энергетических установок;

Авдейко Светлана Альбертовна (asa210770@mail.ru), старший преподаватель кафедры иностранных языков и русского как иностранного Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, д. 34.

АСТРОНОМИЯ

УДК 520 : 681.7

ПРОБЛЕМА ТОЧНОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ МОНТИРОВКИ ТЕЛЕСКОПА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ В НАПРАВЛЕНИИ «НА ТОЧКУ СЕВЕРА» В УСЛОВИЯХ НЕНАБЛЮДАЕМОСТИ ПОЛЮСА МИРА И ЕЁ РЕШЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Ю. П. Филиппов

В настоящей работе рассмотрена актуальная проблема точного определения направления на точку севера в условиях ненаблюдаемости Северного полюса мира. Её решение принципиально необходимо для корректной работы мобильных монтировок телескопов любительского уровня без использования гидирования. Для решения указанной проблемы здесь представлен краткий обзор основных понятий сферической астрономии и свойств современного магнитного поля Земли. Представлены два альтернативных способа расчета поправки ΔA к определению азимута точки севера с помощью магнитного компаса: с использованием векторного способа и инструментов сферической геометрии. Выполнен сравнительный анализ преимуществ и недостатков указанных выше способов. Выполнен численный анализ полученных результатов. Представлены 2D- и 3D- графики зависимостей исследуемых величин. Показано, что в большей части пространства возможных значений географических координат модуль поправки $|\Delta A|$ является плавно изменяющейся функцией и принимает значения $O(10^\circ \div 20^\circ)$. В окрестности меридианов геомагнитных полюсов, между одноимёнными географическим и геомагнитным полюсами наблюдаются резкие изменения значения поправки с перепадом в 360° . Вычислены значения поправки ΔA для 16 городов-миллионников РФ. Показано, что значения поправки весомы и обязательно должны быть учтены для правильной ориентации в пространстве монтировки телескопа любительского уровня с помощью компаса в астрономических наблюдениях.

Ключевые слова: азимут; поправка; магнитное поле Земли; точка севера; Северный полюс мира; монтировка телескопа.

Введение

Актуальность работы. В настоящее время во всём мире наблюдается большой всплеск внимания и повышенного интереса к наблюдательной (практической) астрономии на любительском уровне. Данный факт обусловлен несколькими причинами:

1. *Доступность широкого спектра информационных источников, повествующих о возможностях и достижениях астрономии.* На данный момент главными и самыми оперативными источниками информации об астрономии являются телевидение, соцсети, информационные и аналитические интернет-сайты [1]. Развитие

мобильных цифровых технологий и сотовой связи в мире обеспечило для большинства жителей земного шара лёгкий быстрый доступ, буквально «из кармана», к большинству таких источников, причём абсолютно бесплатно! Различные формы представления информации: текстовая, табличная, графическая, звуковая, видео – обеспечивают рядовому зрителю широкий выбор комфорта в усвоении этой информации. Более того, современные компьютерные и мобильные программы-симуляторы позволяют обывателю почти мгновенно стать активным экспериментатором, самостоятельно познающим Вселенную, и не только самому разобратся в каких сторонах небосвода какие небесные тела можно наблюдать этой ночью, но и найти ответы на многие вопросы, которые его мучили прежние годы, и даже сделать собственные прогнозы на будущее относительно наблюдаемости небосвода.

2. *Желание сделать свой посильный вклад*

© Филиппов Ю. П., 2024.

Филиппов Юрий Петрович,

(filippov.yur@ssau.ru),

доцент кафедры общей и теоретической физики

Самарского университета,

443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

в изучение космоса. Большинство грандиозных научных открытий, совершённых в последние три десятилетия, были сделаны человечеством с помощью крупнейших наземных телескопов и космических обсерваторий при изучении космоса, например, ускоренное расширение Вселенной, прямое доказательство существования тёмной материи, открытие экзопланет. В этом можно легко убедиться, отследив лауреатов различных престижных научных конкурсов и премий этих десятилетий. Регулярные новости в средствах массовой информации о подобных достижениях, сделанных астрономами, невольно привлекают к себе внимание пытливого обывателя. Его любопытство с течением времени может превратиться в устойчивый интерес к изучению космоса. Этот интерес у некоторых обывателей порождает желание *сделать свой посильный вклад в изучение Вселенной*. Некоторые из таких обывателей вступают в волонтерские программы помощи профессиональным астрономам, например, в программы поиска астероидов на фотографиях [2] с использованием специальных программ, собственного компьютера и даже смартфона, другие – приобретают оптические телескопы любительского уровня для целенаправленных собственных наблюдений космоса и поиска объекта для «собственного открытия».

3. Развитие технологий производства оптического оборудования, его массовое производство и доступность. Благодаря применению новых технологий производства линз и зеркал с многослойным просветлением, использованию специальных сортов стекла с исключительно низкой чувствительностью к дисперсии, успешному компьютерному моделированию сложных апохроматических оптических систем, в последние два десятилетия удалось существенно удешевить, упростить и сделать массовым производство телескопов и высококачественных фотообъективов любительского уровня. Это обеспечило доступность обывателя к приобретению специального оптического оборудования, предназначенного для наблюдений и съёмки космоса. Также важно отметить значительные успехи в производстве механических подвижных частей телескопов. Например, на телескопы, предназначенные для астрофотографии традиционно устанавливается фокусер Крейфорда, который обеспечивает точную мануальную фокусировку инструмента на наблюдаемом объекте. Ещё более точный результат в фокусировке телескопа можно добиться, используя электромеханические приводы фокусёра телескопа и астрокамеры.

4. Цифровая фотография и её семимиллиметровые шаги в развитии. Бурное развитие цифровых технологий в начале XXI в. привело к интенсивному развитию массового производства цифровых приёмников излучения и многократному их удешевлению. Благодаря этому стали доступны каждому цифровые зеркальные и беззеркальные фотоаппараты. Каждый современный смартфон осна-

щен одной или несколькими фотокамерами, в основе которых лежат цифровые приёмники излучения (CMOS-матрицы), которые позволяют делать качественные цветные фотографии [3]. Качество последних можно значительно улучшить, выполнив их обработку в специальных компьютерных программах и мобильных приложениях. Наконец, в последние два десятилетия в мире появились [4] производители специализированных цифровых камер (астрокамер), ориентированных на съёмку небесных тел. Астрокамеры, как правило, работают под управлением специального программного обеспечения, установленного на персональный компьютер пользователя, к которому должна быть подключена камера. Данные камеры предназначены для работы с большими выдержками, обладают низкими яркостными и цветными шумами, системой подавления ИК-излучения аппаратной части, возможностью записи как отдельных кадров так и видеороликов без видеосжатия. *Главное преимущество цифровой астрофотографии* над аналоговой – это возможность сложения большого количества кадров одного объекта в один образ с помощью специального программного обеспечения, что с одной стороны позволяет многократно усилить слабый световой сигнал от тусклого источника света, а с другой стороны уменьшить фоновый шум.

Устойчивый рост интереса к наблюдательной астрономии в мире подтолкнул мировых производителей астрономических приборов и приспособлений существенно расширить спектр предлагаемых оптических инструментов для визуальных наблюдений и астрофотографии, улучшить их характеристики, создать новые типы инструментов и приспособлений.

Современный комплект телескопа любительского уровня содержит в себе три основные составляющие (см. рис. 1.а): 1) *оптическую трубу* – оптическая система, в которую непосредственно можно наблюдать интересующий небесный объект, 2) *монтаж* – механическое/электромеханическое устройство, обеспечивающее быстрое мануальное или автоматическое наведение трубы телескопа на интересующий объект и последующее его отслеживание, и 3) *треногу* – механическое устройство, обеспечивающее устойчивое положение телескопа на ровной горизонтальной поверхности.

Установка телескопа, оснащённого любой экваториальной или роботизированной альт-азимутальной монтажкой на месте наблюдения, начинается с первичной ориентации последней в направлении на точку севера (N , для жителей северного географического полушария) – точку математического горизонта, расположенную на одной отвесной линии с видимым полюсом мира. Это важная и неизбежная составляющая процедуры подготовки телескопа к наблюдениям. От точности её наведения на точку N зависит точность наведе-

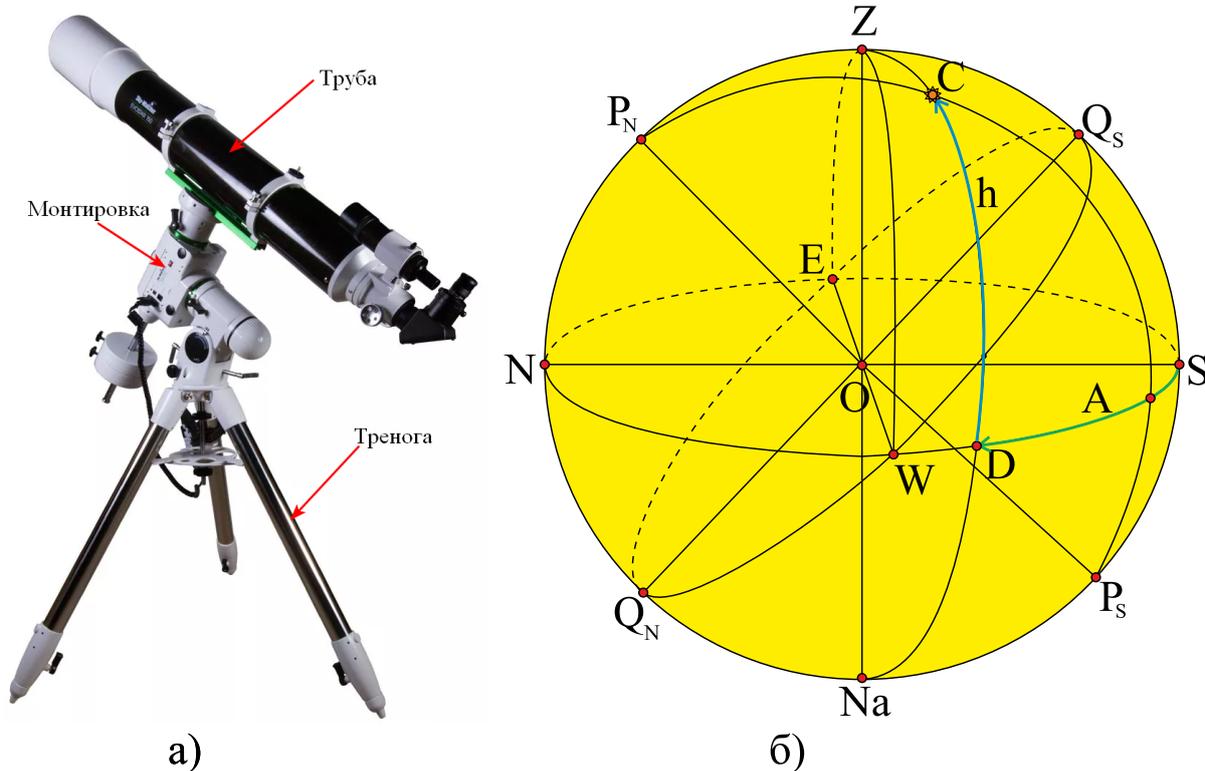


Рис. 1. К определению: а) устройства телескопа любительского уровня; б) основных точек, линий и кругов небесной сферы

ния телескопа на интересующий небесный объект и качество его ведения в поле зрения оптической трубы. При наблюдениях в телескоп на открытой местности, в частности, за городом, выполнить первичную ориентацию монтировки на точку севера, ориентируясь по Полярной звезде, не составляет большого труда. Однако ситуация значительно усложняется при использовании таких монтировок в городских условиях с ограниченной видимостью, например, с балконов или лоджий многоэтажного дома. Если поле обзора для городского наблюдателя ориентировано на южную сторону горизонта, то наблюдать его северную сторону одновременно уже не представляется возможным. Для решения проблемы первичного наведения монтировки на точку N в условиях ненаблюдаемости Северного полюса мира производители телескопов предлагают использовать магнитные компасы, которые задают направление на южный магнитный полюс Земли. Однако, у Земли северный географический полюс и южный магнитный полюс не совпадают, а значит компас задаёт лишь грубый ориентир направления на точку севера, погрешность определения которого может быть весьма значительной! Большая погрешность определения азимута точки севера особенно негативно сказывается при использовании в астрофотографии альт-азимутальных роботизированных монтировок и механических экваториальных монтировок с часовым механизмом по одной оси. К сожалению, производители телескопов не стремятся к усовершенствованию методики более точного наведения монтировки на точку севера. В настоящее время не суще-

ствует мобильных приложений, которые по географическим координатам наблюдателя могли бы вычислить поправку к азимуту точки севера, относительно магнитной точки юга.

В связи со сказанным, *главной целью настоящей работы* является расчёт поправки ΔA определения азимута точки севера с помощью магнитного компаса, как функции географических координат места наблюдения. Численный анализ полученного результата.

1. Основные понятия сферической астрономии

Человеческому взору небосвод представляется в виде гигантского сферического купола, простирающегося над плоской поверхностью Земли. В силу огромной удаленности объектов космоса от земного наблюдателя, все они видятся человеку расположенными на одном расстоянии, как бы на поверхности некоторой воображаемой сферы, которую "рисует" воображение человека. При решении целого ряда астрономических задач знать расстояния до этих объектов совсем не обязательно, требуется знать лишь направления на них. Значит умозрительная сфера может стать эффективным инструментом решения подобных задач астрометрии. Следовательно имеет смысл задать строгое определение понятию *небесной сферой* (НС) как вспомогательной сферы произвольного радиуса с центром, который может быть помещён в любую точку пространства (например, на сетчатку глаза наблюдателя). Сечение такой сферы плоскостью есть круг. Среди прочих кругов особое внимание занимают *большие круги* – это круги, плоскости

которого проходят через центр сферы. Все остальные круги на сфере называются *малыми кругами*.

Предположим что в центре НС (точка O) находится наблюдатель (см. рис. 1.6). Основные направления в теле НС задаются отвесной линией и осью вращения Земли [5]. *Отвесная линия* (ZNa) – прямая линия, проходящая через центр НС, параллельная линии действия силы тяжести в данной точке наблюдения. Эта линия пересекает НС в двух точках: зените (Z), расположенном над головой наблюдателя, и *надире* (Na), расположенном под ногами наблюдателя. Большой круг небесной сферы ($SWNE$), плоскость которого перпендикулярна отвесной линии называется *математическим горизонтом*. Следует помнить, что математический горизонт не совпадает с видимым горизонтом ни на суше, ни на море!

Важную роль в позиционировании небесного тела играет понятие *круга высоты* или *вертикального круга* – большого полукруга, проходящего через зенит и надир. Если такой полукруг проходит через какое-либо светило (точка C на рис. 1.6), то его называют *вертикалом этого светила*. *Первый вертикал* – это большой круг ($ZWNaE$), проходящий через зенит, надир, точки востока и запада.

Осью мира традиционно называют прямую, параллельную оси вращения Земли, проведенную через центр НС. Точки пересечения оси мира с НС называют *полюсами мира* P_N и P_S . *Северным полюсом мира* (P_N) называется полюс, относительно которого вращение НС происходит против часовой стрелки (для наблюдателя, находящегося в центре НС). Противоположный ему – *южный полюс мира*. Большой полукруг НС, проходящий через оба полюса мира называется *кругом склонений* или *часовым кругом*. Именно данный полукруг играет важную роль в определении экваториальных координат небесного тела. Особого внимания заслуживает *небесный меридиан* – большой круг НС $P_N Z P_S Na$, проходящий через полюсы мира и зенит наблюдателя. Он делит весь небосвод на восточную и западную части. Именно на данном круге все светила достигают своих кульминаций (верхней и нижней).

Ближайшая к северному полюсу мира точка математического горизонта называется *точкой севера* (N), а противоположная ей точка S , ближайшая к южному полюсу мира – *точка юга*. Заметим, что северный полюс мира и точка севера лежат в плоскости одного вертикального круга, а наблюдателю они видны на одной отвесной линии. Точки горизонта, отстоящие от точек севера и юга на 90° называются *точками востока* (E) и *запада* (W). Прямая SN , проходящая через точки севера и юга, являющаяся пересечением плоскостей небесного меридиана и горизонта называется *полуденной линией*. Именно вдоль этой линии отбрасывают свои тени все тела в ясный полдень. *Небесным экватором* называется большой круг НС ($Q_S W Q_N E$), плоскость которого перпен-

дикулярна оси мира. Именно данный круг делит небесную сферу на две полусферы: северную и южную; он пересекается с горизонтом в точках востока и запада.

Одной из самых востребованных систем небесных координат является *горизонтальная система координат* (*ГСК*) [5]. Здесь основным кругом является математический горизонт, а нуль-пунктом – точка юга. Для однозначного позиционирования небесного тела на небесной сфере в ГСК традиционно используют азимут (A) и высоту (h). *Азимут*ом светила называется величина дуги горизонта (SD , см. рис. 1.6), откладываемой от точки юга S в направлении точки запада W до пересечения горизонта с вертикалом светила в точке D . *Высотой* светила называется величина дуги (DC) вертикала светила, откладываемой от горизонта до светила. Области допустимых значений для данных координат представляются в виде:

$$-90^\circ \leq h \leq 90^\circ, \quad 0^\circ \leq A \leq 360^\circ. \quad (1.1)$$

Горизонтальные координаты небесного тела являются сложными функциями времени наблюдения – $h = h(t)$, $A = A(t)$, которые могут быть представлены в аналитическом виде, в терминах тригонометрических функций.

2. Основные свойства современного магнитного поля Земли (МПЗ)

2.1. Общие представления о МПЗ

Планета Земля относится к классу планет, обладающих собственным магнитным полем. Магнитное поле Земли (МПЗ, или геомагнитное) характеризуется неоднородной пространственной структурой и широким спектром временных вариаций. Это объясняется тем, что оно создается за счет источников различной природы, расположенных как внутри тела Земли, так и в её магнитосфере, ионосфере. Основные источники геомагнитного поля находятся внутри земного шара: в жидком ядре, мантии и коре. Эти источники создают внутреннее магнитное поле Земли. Вклад внутреннего геомагнитного поля в полный вектор магнитной индукции \vec{B}_\oplus , наблюдаемого на поверхности Земли, составляет в среднем более 95%. Основной вклад во внутреннее поле даёт составляющая, возникающая вследствие динамо процессов во внешней части жидкого ядра Земли и изменяющаяся на временных масштабах $\mathcal{O}(10^1 \text{ лет})$. Она имеет мультипольную структуру, но доминирующую роль в МПЗ играет дипольная составляющая, определяемая точечным диполем [6].

Геомагнитное поле пронизывает все оболочки Земли: литосферу, гидросферу и атмосферу, оказывая влияние на геофизические, биофизические и технологические процессы [7].

Магнитные полюса диполя, определенные на поверхности Земли, отстоят от географических полюсов Земли приблизительно на 9.41° . Центр земного точечного диполя с дипольным магнитным

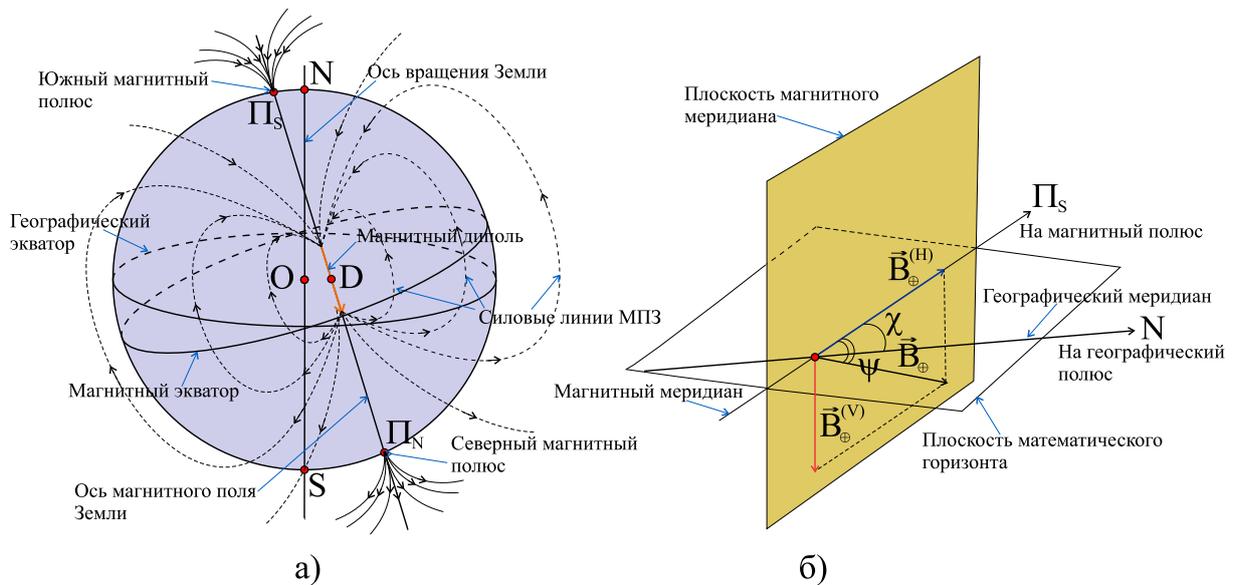


Рис. 2. К определению: а) ориентации точечного диполя МПЗ и его силовых линий; б) основных составляющих вектора индукции МПЗ и углов χ , ψ .

моментом \vec{p}_{\oplus} смещён в восточное полушарие от центра Земли на $OD = 430$ км, (см. рис. 2.а). Силовые линии магнитного поля входят в планету вблизи северного географического полюса и выходят вблизи южного. Следовательно, Южный магнитный полюс находится вблизи Северного географического полюса.

Наглядное представление о пространственном расположении линий магнитной индукции МПЗ даёт магнитная стрелка, закреплённая таким образом, что может свободно вращаться и вокруг вертикальной, и вокруг горизонтальной оси, – в каждой точке вблизи поверхности Земли она устанавливается по касательной к этим линиям, вдоль вектора \vec{B}_{\oplus} , согласно принципу минимума энергии.

Вертикальная плоскость, в которой устанавливается магнитная стрелка, называют *плоскостью магнитного меридиана* данного места (см. рис. 2.б), а линию, по которой эта плоскость пересекается с поверхностью Земли, – *магнитным меридианом* [8]. Т. о., *магнитные меридианы* – это проекции силовых линий магнитного поля Земли на её поверхность, сходящиеся в северном и южном магнитных полюсах. Угол χ между касательными единичными векторами, определёнными в данной точке поверхности Земли к магнитному и географическому меридианам, ориентированными на северный географический полюс (N) и на южный магнитный полюс (Π_S) соответственно называют *магнитным склонением*. Оно может быть западным (и считается отрицательной величиной) или восточным (считается положительной величиной) в зависимости от того, к западу или востоку отклоняется северный полюс магнитной стрелки от вертикальной плоскости географического меридиана [9]. В общем случае линии магнитного поля Земли, вообще говоря, не параллельны её поверхности. Это означает, что магнитная индукция по-

ля Земли не лежит в плоскости горизонта данного места, а образует с этой плоскостью некий угол ψ , называемый *магнитным наклонением*. На Северном магнитном полюсе наклонение равно $+90^\circ$, а на южном составляет -90° . Оно близко к нулю лишь в точках *магнитного экватора* – большого круга, являющегося результатом пересечения земного шара с плоскостью (см. рис. 2.б), проходящей через его центр и перпендикулярной к оси магнитного диполя [10]. Магнитное склонение и магнитное наклонение в каждой конкретной точке поверхности Земли определяют направление вектора \vec{B}_{\oplus} . Численное значение модуля этого вектора можно найти, зная наклонение и одну из его проекций на вертикальную или горизонтальную оси. Т. о., магнитное склонение (χ), наклонение (ψ) и модуль вектора магнитной индукции $|\vec{B}_{\oplus}|$ полностью определяют дипольное геомагнитное поле в данной точке поверхности Земли [11].

Отметим, что модуль вектора \vec{B}_{\oplus} составляет более 60 мкТл у полюсов, где вектор поля ориентирован нормально к земной поверхности, и около 30 мкТл в районе магнитного экватора, где этот вектор направлен горизонтально. В некоторых районах (магнитных аномалий) величина $|\vec{B}_{\oplus}|$ резко возрастает: в районе Курской магнитной аномалии она достигает 200 мкТл. Магнитный дипольный момент Земли на 2015 год составлял $p_{\oplus} = 7.72 \cdot 10^{22}$ А·м², уменьшаясь в среднем за последние десятилетия на $\Delta p_{\oplus} = 7.0 \cdot 10^{19}$ А·м² в год [12]. Однако многочисленные исследования показывают [11], что МПЗ за последние 2.0 ÷ 2.5 млрд лет, что составляет больше половины геологической истории Земли, принципиально не изменялось.

Ещё в XVII веке было обнаружено изменение магнитного склонения со временем. Так называемые вековые вариации и всех остальных элементов МПЗ сейчас достоверно установлены. В настоящее время существуют карты линий равных

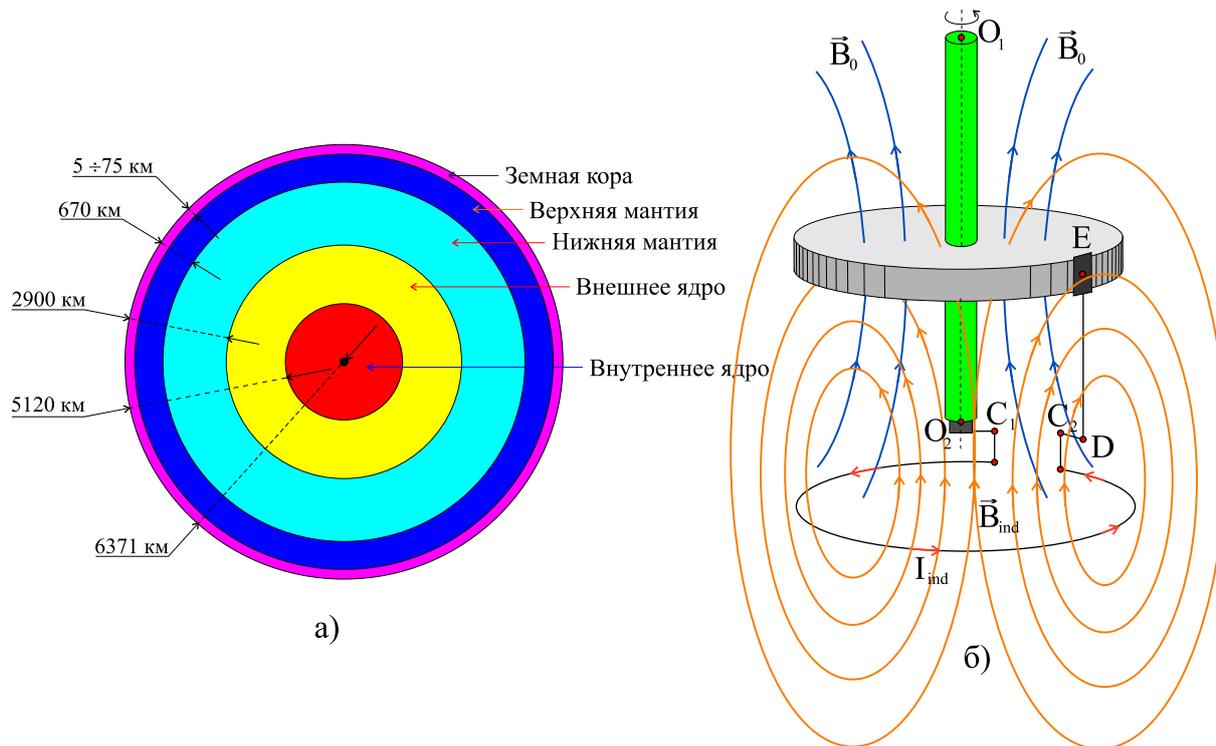


Рис. 3. К определению: а) внутренней структуры Земли; б) модели магнитного гидродинамо

величин магнитных склонений (изогон), линий равных магнитных наклонений (изоклин) и линий равных значений модуля вектора индукции $|\vec{B}_{\oplus}|$ магнитного поля (изодинам) [13]. Такие карты можно использовать только в определенный, не более 10 лет, интервал времени в связи с периодичностью вековых вариаций, особенно "быстрых". Все магнитные материковые аномалии, например изогоны, медленно, со скоростью 22 км/год, смещаются в западном направлении (западный дрейф), что объясняется разной угловой скоростью относительного вращения ядра и мантии Земли.

2.2. Физика МПЗ

Природа магнитного поля Земли остается до конца неясной, несмотря на многолетние и многочисленные усилия исследователей многих стран, и как следствие, существование множества различных гипотез для объяснения этого феномена. Эта проблема является одной из самых главных в геофизике. Ясное понимание природы земного магнетизма автоматически решило бы многие вопросы, например, такие как: более глубокое понимание внутреннего строения Земли, природы источника её теплового потока, причин движения материков и плит, возникновения и исчезновения магнитного поля Луны и у спутников Юпитера, синхронизма явлений в геомагнетизме и тектонике.

Магнитное поле, которое существует на земной поверхности, является суммарным полем, образованным за счёт ряда источников: 1) токов, пересекающих поверхность Земли, так называемого "вихревого" поля; 2) внешних, космических источников, не связанных с Землёй, и, наконец, 3) маг-

нитного поля, обусловленного причинами внутренней динамики Земли. Этот последний источник вносит наибольший вклад в формирование геомагнитного поля и именно его генезису посвящено большинство гипотез.

Внутреннее строение Земли (см. рис. 3.а) сейчас хорошо изучено с помощью сейсмических волн, возникающих от землетрясений и искусственных взрывов и пронизывающих Землю по всем направлениям, как бы "просвечивая" её. Установлено, что до глубины 2900 км вещество сферических оболочек Земли твёрдое, а ниже и до уровня 5120 км обладает свойствами жидкости, так как через него не проходят поперечные сейсмические волны. Внутреннее ядро с глубины 5120 км и до центра Земли (6371 км) находится в состоянии твёрдого тела.

Проблема происхождения МПЗ до настоящего времени не может считаться окончательно решённой, хотя почти общепризнанной является гипотеза магнитного гидродинамо, основанная на признании существования жидкого внешнего ядра. Тепловая конвекция, то есть перемешивание вещества во внешнем ядре, способствует образованию кольцевых электрических токов. Подобные медленные течения вызывают формирование кольцеобразных (тороидальных) замкнутых по форме электрических полей, не выходящих за пределы ядра. Благодаря взаимодействию тороидальных электрических полей с конвективными течениями во внешнем ядре возникает суммарное магнитное поле дипольного характера, ось которого примерно совпадает с осью вращения Земли. Для «запуска» подобного процесса необходимо начальное, хотя бы

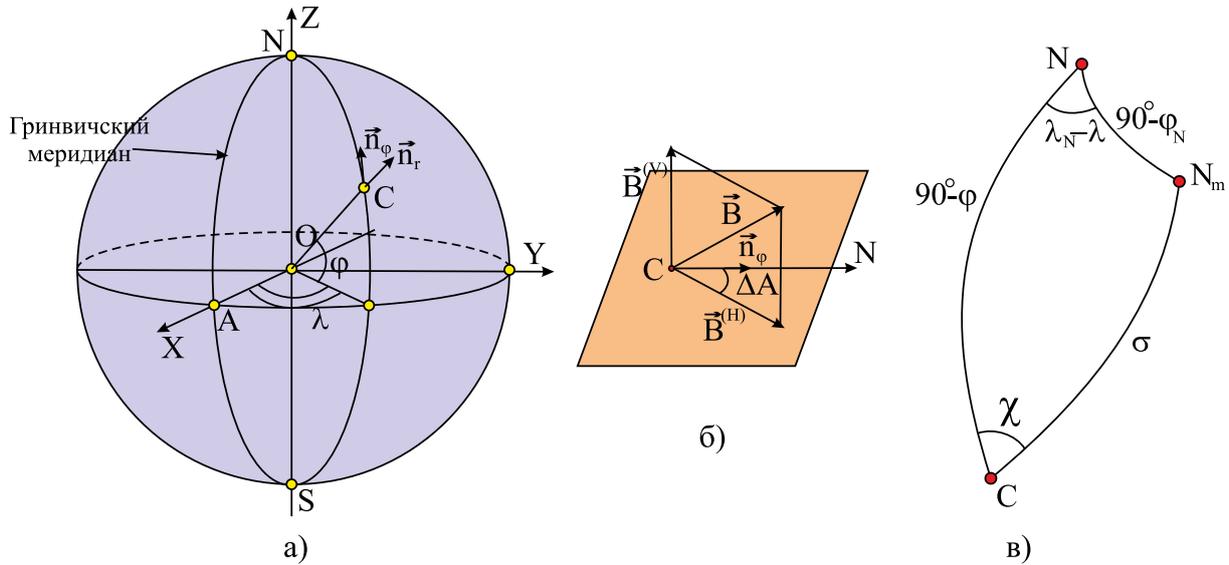


Рис. 4. К определению: а) исходной системы координат и единичных ортов; б) проекций вектора магнитной индукции и поправки ΔA ; в) сферического треугольника $\Delta_S N N_m C$ и магнитного склонения χ

очень слабое, магнитное поле, которое может генерироваться *гиромангнитным эффектом*, когда вращающееся тело намагничивается в направлении оси его вращения.

Модель магнитного динамо. Формирование магнитного поля Земли объясняется с помощью модели магнитного гидродинамо, в простейшем случае представленной на рис. 3.б). В первоначальном слабом магнитном поле \vec{B}_0 (синие линии), направленном примерно вдоль оси O_1O_2 , вращается проводящий диск. Между щёткой E и осью вращения O_1O_2 , согласно закону электромагнитной индукции, образуется разность потенциалов, что вызывает индуцированный электрический ток I_{ind} в замкнутом проводящем контуре C_1C_2 . Возникшее при этом индуцированное магнитное поле \vec{B}_{ind} (оранжевые линии) будут его усиливать, и тем больше, чем быстрее вращение. Реальные процессы, происходящие в земном ядре, конечно, намного сложнее и описываются законами магнитогидродинамики, изучающей магнитные и электрические свойства проводящей жидкости. Т. о., гипотеза возникновения геомагнитного поля за счёт конвекции проводящего жидкого вещества внешнего ядра и вращения Земли, на сегодняшний день, является наиболее разработанной и общепризнанной.

3. Расчет поправки ΔA определения азимута для точки севера

3.1. Векторный способ

Свободно вращающаяся стрелка магнитного компаса всегда ориентируется вдоль направления вектора индукции (\vec{B}_{\oplus}) МПЗ, поскольку энергия U_B взаимодействия стрелки с магнитным полем Земли в этом случае минимальна. Действительно, энергию U_B можно представить в виде [14]:

$$U_B = -(\vec{p} \cdot \vec{B}_{\oplus}) = -\vec{p}_m \cdot B_{\oplus} \cos \alpha, \quad (3.1)$$

где \vec{p}_m – магнитный момент стрелки. Если последний вектор сонаправлен с \vec{B} , то $\alpha = 0$, тогда U_B принимает минимальное значение: $U_B^{\text{min}} = -p_m \cdot B_{\oplus}$. Следовательно, в месте наблюдения необходимо определить направление вектора магнитной индукции, а точнее – его горизонтальной составляющей, поскольку магнитную стрелку компаса располагают, как правило, в плоскости математического горизонта.

Введем геоцентрическую декартову систему координат так как показано на рис. 4.а). Здесь ось OZ направим вдоль оси вращения Земли от южного к северному геополюсу. Плоскость OXY совместим с экваториальной плоскостью Земли, причём ось OX проведём через точку A пересечения геоэкватора и нулевого (Гринвичского) меридиана. Тогда ось OY пройдёт через точку экватора с долготой $+90^\circ$. Декартовы координаты (x, y, z) произвольной точки C поверхности земного шара можно представить через её географические координаты (φ, λ) :

$$\left. \begin{aligned} x &= \mathfrak{R}_{\oplus} \cos \varphi \cdot \cos \lambda, \\ y &= \mathfrak{R}_{\oplus} \cos \varphi \cdot \sin \lambda, \\ z &= \mathfrak{R}_{\oplus} \sin \varphi \end{aligned} \right\}. \quad (3.2)$$

Определим орт \vec{n}_r как единичный вектор, задающий направление геоцентрического радиуса-вектора точки C:

$$\vec{n}_r = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} = (\cos \varphi \cdot \cos \lambda, \cos \varphi \cdot \sin \lambda, \sin \varphi), \quad (3.3)$$

здесь учтено, что $|\vec{r}| = \mathfrak{R}_{\oplus}$. Введём далее орт \vec{n}_{φ} , который будет перпендикулярен \vec{n}_r (т.е. отвесной линии) и будет направлен по касательной к геомеридиану, в сторону увеличения геошироты. Нетрудно убедиться в том, что этот вектор, в данном месте, всегда будет направлен на точку севера. Очевидно, что \vec{n}_{φ} повернут на угол 90° в сторону северного геополюса относительно \vec{n}_r , тогда

координаты вектора \vec{n}_φ есть

$$\begin{aligned} \vec{n}_\varphi &= (\cos(90^\circ + \varphi) \cdot \cos \lambda, \cos(90^\circ + \varphi) \cdot \sin \lambda, \\ &\sin(90^\circ + \varphi)), \Rightarrow \\ \vec{n}_\varphi &= (-\sin \varphi \cos \lambda, -\sin \varphi \sin \lambda, \cos \varphi). \end{aligned} \quad (3.4)$$

Вектор магнитной индукции, создаваемой магнитным диполем \vec{p}_\oplus можно записать в виде [14]:

$$\vec{B}_\oplus = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{3(\vec{p}_\oplus \vec{r}) \vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{p}_\oplus}{r^3} \right). \quad (3.5)$$

Поскольку смещение центра диполя относительно центра Земли удовлетворяет условию $OD \ll \mathfrak{R}_\oplus$ (см. рис. 2.а), то будем далее пренебрегать данным смещением и считать, что центр диполя расположен в центре Земли. Известная Всемирная магнитная модель (World Magnetic Model, WMM) базируется на данном предположении [15], при этом ось диполя на 1 января 2020 года составляла угол $\varepsilon = 9.41^\circ$ с осью вращения земного шара. Ось диполя пересекает поверхность Земли в двух противоположных точках. Эти точки называются *геомагнитными полюсами*. На такой же угол отстоят эти полюса от соответствующих географических полюсов. *Северный геомагнитный полюс* (по сути, это Южный магнитный полюс диполя на поверхности Земли) имеет координаты $\varphi_N = 80.59^\circ$, $\lambda_N = 287.32^\circ$, южный геомагнитный полюс – $\varphi_S = -80.59^\circ$, $\lambda_S = 107.32^\circ$.

Поскольку диполь ориентирован своим концом на Северный магнитный полюс, то координаты диполя в системе $OXYZ$ есть (по аналогии с вектором \vec{r}):

$$\vec{p}_\oplus = (p_{\oplus x}, p_{\oplus y}, p_{\oplus z}), \quad \text{где} \quad (3.6)$$

$$\left. \begin{aligned} p_{\oplus x} &= p_\oplus \cos \varphi_S \cos \lambda_S, \\ p_{\oplus y} &= p_\oplus \cos \varphi_S \sin \lambda_S, \\ p_{\oplus z} &= p_\oplus \sin \varphi_S \end{aligned} \right\}, \quad (3.7)$$

здесь p_\oplus – величина момента магнитного диполя глобального магнитного поля Земли. Тогда проекции вектора магнитной индукции, определённого в точке C поверхности земного шара, определяются так

$$\left. \begin{aligned} B_x &= B_0(s \cos \varphi \cos \lambda - \cos \varphi_S \cos \lambda_S), \\ B_y &= B_0(s \cos \varphi \sin \lambda - \cos \varphi_S \sin \lambda_S), \\ B_z &= B_0(s \sin \varphi - \sin \varphi_S) \end{aligned} \right\}, \quad (3.8)$$

где

$$B_0 = \frac{\mu_0 p_\oplus}{4\pi \mathfrak{R}_\oplus^3},$$

$$s = 3(\cos \varphi \cos \varphi_S \cos(\lambda - \lambda_S) + \sin \varphi \sin \varphi_S).$$

Вектор магнитной индукции \vec{B}_\oplus , в данном месте поверхности Земли, можно разложить на 2 составляющих вектора: вектор, расположенный в плоскости математического горизонта $\vec{B}_\oplus^{(H)}$ и вектор, коллинеарный отвесной линии $\vec{B}_\oplus^{(V)}$. Последний вектор можно определить как

$$\vec{B}_\oplus^{(V)} = (\vec{B}_\oplus \vec{n}_r) \vec{n}_r, \quad \text{или}$$

$$\vec{B}_\oplus^{(V)} = (\tau \cos \varphi \cos \lambda, \tau \cos \varphi \sin \lambda, \tau \sin \varphi),$$

$$\text{где } \tau = B_x \cos \varphi \cdot \cos \lambda + B_y \cos \varphi \cdot \sin \lambda + B_z \sin \varphi.$$

Тогда горизонтальную составляющую вектора \vec{B}_\oplus можно записать так:

$$\vec{B}_\oplus^{(H)} = \vec{B}_\oplus - \vec{B}_\oplus^{(V)}, \quad \text{или в проекциях}$$

$$\left. \begin{aligned} B_{\oplus x}^{(H)} &= B_x - \tau \cos \varphi \cdot \cos \lambda, \\ B_{\oplus y}^{(H)} &= B_y - \tau \cos \varphi \cdot \sin \lambda, \\ B_{\oplus z}^{(H)} &= B_z - \tau \sin \varphi \end{aligned} \right\}.$$

Величина $|\Delta A|$ искомой поправки для азимута точки севера определяется углом между векторами \vec{n}_φ и $\vec{B}_\oplus^{(H)}$ (см. рис. 4.б):

$$|\Delta A| = \arccos \left[\frac{\vec{B}_\oplus^{(H)} \cdot \vec{n}_\varphi}{B_{\oplus}^{(H)}} \right], \quad \text{где} \quad (3.9)$$

$$\begin{aligned} \vec{B}_\oplus^{(H)} \cdot \vec{n}_\varphi &= -B_{\oplus x}^{(H)} \sin \varphi \cos \lambda - B_{\oplus y}^{(H)} \sin \varphi \sin \lambda + \\ &+ B_{\oplus z}^{(H)} \cos \varphi, \end{aligned}$$

$$B_{\oplus}^{(H)} = \sqrt{(B_{\oplus x}^{(H)})^2 + (B_{\oplus y}^{(H)})^2 + (B_{\oplus z}^{(H)})^2}.$$

Проводя редукцию последнего результата, получаем в итоге:

$$\begin{aligned} |\Delta A| &= \arccos \left[2\sqrt{2}(\cos(\lambda_S - \lambda) \cos \varphi_S \sin \varphi + \right. \\ &- \cos \varphi \sin \varphi_S) / (5 - 4 \cos 2\lambda \cos 2\lambda_S \cos^2 \varphi \cos^2 \varphi_S + \\ &+ \cos 2\varphi_S - \sin 2\lambda \sin 2\lambda_S - \cos 2\varphi_S \sin 2\lambda \sin 2\lambda_S - \\ &- \cos 2\varphi (\cos 2\varphi_S (3 + \sin 2\lambda \sin 2\lambda_S) - 1 + \sin 2\lambda \times \\ &\left. \times \sin 2\lambda_S) - 4 \cos(\lambda_S - \lambda) \sin 2\varphi \sin 2\varphi_S)^{1/2} \right]. \end{aligned}$$

С учётом определения магнитного склонения, можно записать итоговое выражение для астрономического азимута A_{N_m} направления, задаваемого стрелкой магнитного компаса (на северный геомагнитный полюс):

$$A_{N_m} = A_N + \chi = A_N + |\Delta A| \cdot g(\lambda, \lambda_S), \quad (3.10)$$

здесь $A_N = 180^\circ$ – астрономический азимут точки севера N , $g(\lambda, \lambda_S)$ – множитель, определяющий знак поправки и связи её модуля с χ , представляющийся в виде:

$$g(\lambda, \lambda_S) = \left\{ \begin{array}{ll} -1 & \lambda > \lambda_S, x < 1, \\ +1 & \lambda > \lambda_S, x \geq 1, \\ +1 & \lambda \leq \lambda_S, x < 1, \\ -1 & \lambda \leq \lambda_S, x \geq 1 \end{array} \right\}. \quad (3.11)$$

В последнем выражении $x = |\lambda - \lambda_S|/180^\circ$.

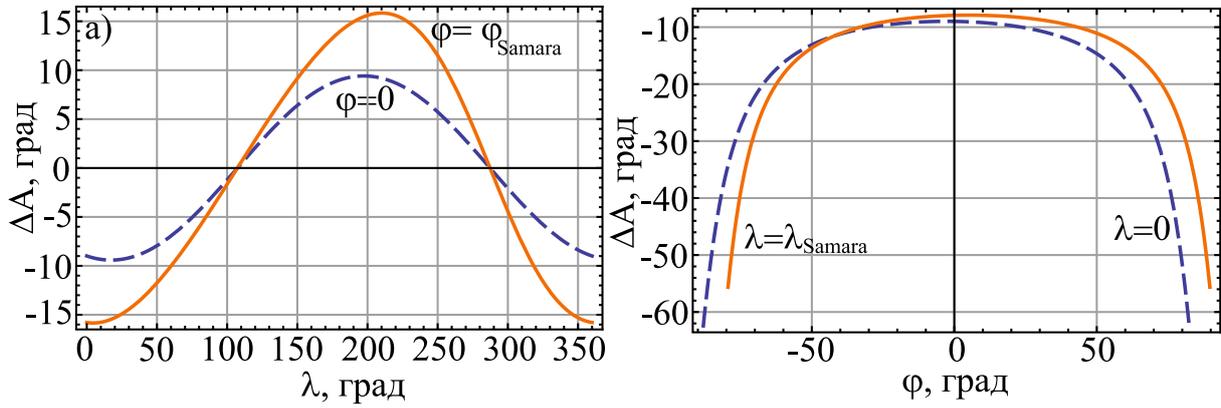


Рис. 5. Зависимость поправки ΔA к определению азимута точки севера от а) долготы пункта наблюдения для двух значений широты ($\varphi = 0^\circ$ – экватор, $\varphi = \varphi_{\text{Samara}} = 53^\circ 12'$ – широта г. Самары); б) широты пункта наблюдения для двух значений долготы ($\lambda = 0^\circ$ – Гринвичский меридиан, $\lambda = \lambda_{\text{Samara}} = 50^\circ 06'$ – долгота г. Самары)

3.2. Сферической геометрии способ

Рассмотрим подход, альтернативный выше изложенному. Для этого рассмотрим сферический треугольник $\Delta_S NN_m C$ (см. рис. 4.в), образованный географическим меридианом NC точки наблюдения C , географическим меридианом NN_m северного геомагнитного полюса N_m , дугой большого круга $N_m C$, соединяющего точку наблюдения и геомагнитный полюс; здесь N – северный географический полюс. Угол при вершине N равен разности долгот $\lambda_N - \lambda$ геомагнитного полюса и точки наблюдения; дуга географического меридиана равна $90^\circ - \varphi$; дуга, соединяющая полюсы, равна $90^\circ - \varphi_N$; дуга, соединяющая северный геомагнитный полюс и точку наблюдения, равна σ (далее подлежит определению), угол при точке наблюдения C равен магнитному склонению χ или, что тоже самое, искомой поправке ΔA .

Воспользуемся формулой косинусов [16] для определения стороны σ сферического треугольника $\Delta_S NN_m C$:

$$\cos \sigma = \cos(90^\circ - \varphi_N) \cos(90^\circ - \varphi) + \sin(90^\circ - \varphi_N) \times \sin(90^\circ - \varphi) \cos(\lambda_N - \lambda), \Rightarrow$$

$$\cos \sigma = \sin \varphi_N \sin \varphi + \cos \varphi_N \cos \varphi \cos(\lambda_N - \lambda).$$

Воспользуемся формулой синусов для того же сферического треугольника:

$$\sin \chi \sin \sigma = \sin(90^\circ - \varphi_N) \sin(\lambda_N - \lambda), \Rightarrow$$

$$\sin \chi = \frac{\cos \varphi_N \sin(\lambda_N - \lambda)}{\sin \sigma}.$$

Из последних двух формул следует явное выражение для поправки к азимуту точки севера (магнитного склонения):

$$\chi = \arcsin \left[\frac{\cos \varphi_N \sin(\lambda_N - \lambda)}{(1 - (\sin \varphi_N \sin \varphi + \cos \varphi_N \cos \varphi \cos(\lambda_N - \lambda))^2)^{1/2}} \right]. \quad (3.12)$$

Очевидно последний результат обладает рядом преимуществ перед результатами (3.9)-(3.11) пункта 3.1:

во-первых, данный результат является гораздо более компактным, нежели итоговая формула для $|\Delta A|$;

во-вторых, данная формула позволяет определить знак поправки и не требует введения дополнительной функции знака, как это было в предыдущем пункте;

в-третьих, для расчёта искомой величины мы использовали лишь результаты сферической геометрии, совсем не прибегая к физике.

Однако, последний результат имеет важный недостаток: он не дает адекватного значения искомого угла, если точка лежит в малой окрестности географического меридиана одного из геомагнитных полюсов, т. е. когда наступает вырождение сферического треугольника в систему дуг одного большого круга. Для решения возникшей проблемы воспользуемся формулой косинусов для сферического треугольника $\Delta_S NN_m C$:

$$\begin{aligned} \cos(90^\circ - \varphi_N) &= \cos \sigma \cos(90^\circ - \varphi) + \sin \sigma \times \\ &\times \sin(90^\circ - \varphi) \cos |\Delta A|, \Rightarrow \\ \cos |\Delta A| &= \frac{\sin \varphi_N - \cos \sigma \sin \varphi}{\sin \sigma \cos \varphi}. \end{aligned}$$

Откуда следует явное выражение для модуля поправки:

$$|\Delta A| = \arccos \left[\frac{\sin \varphi_N - \cos \sigma \sin \varphi}{\sin \sigma \cos \varphi} \right]. \quad (3.13)$$

Последняя формула лишена указанного недостатка, однако в силу четности функции косинус, в последнем результате "стирается" информация о знаке поправки, как это было в предыдущем способе решения. Чтобы восстановить информацию о знаке поправки, воспользуемся функцией знака sign . В итоге искомую поправку можно представить так

$$\Delta A(\varphi, \lambda) = \text{sign}(\chi(\varphi, \lambda)) \cdot |\Delta A(\varphi, \lambda)|, \quad (3.14)$$

здесь первый множитель определяется знаком функции χ , определяемой формулой (3.12), а второй множитель задает величину поправки и определяется формулой (3.13).

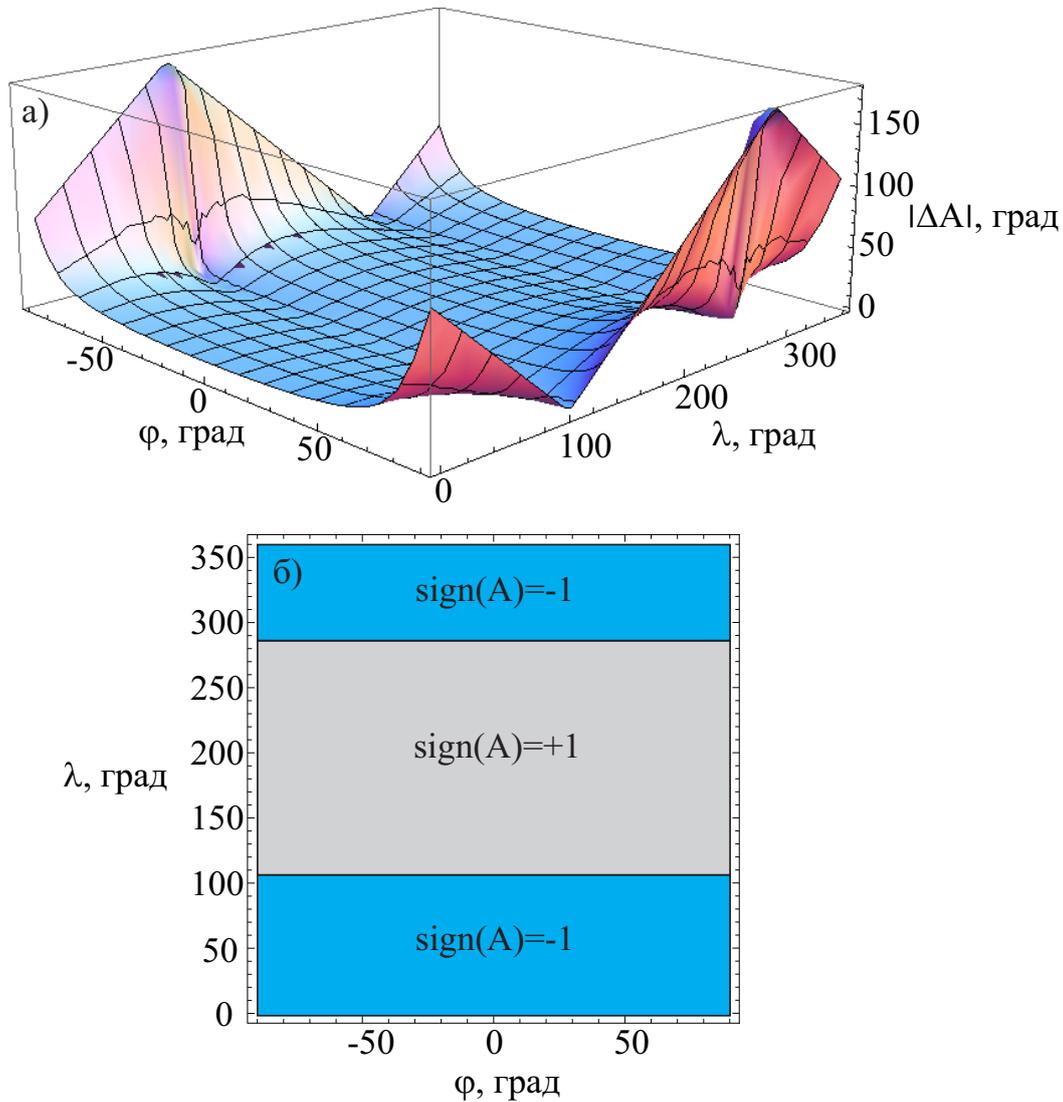


Рис. 6. Зависимость от географических координат: а) модуля $|\Delta A|$, б) функции знака ($\text{sign}(A)$) поправки к азимуту точки севера

4. Численные результаты и их анализ

В настоящем параграфе будет выполнен количественный анализ основных полученных результатов.

На рис. 5.а) представлена зависимость поправки ΔA определения азимута точки севера от долготы пункта наблюдения для двух значений широты ($\varphi = 0^\circ$ – экватор, $\varphi = \varphi_{\text{Samara}} = 53^\circ 12'$ – широта г. Самары). Очевидно, что у данных кривых имеются два нуля функции, соответствующие долготам северного и южного геомагнитных полюсов и два максимума величины поправки. В случае кривой для широты φ_{Samara} значения максимумов превосходят более чем в 1.5 раза соответствующие значения для кривой с $\varphi = 0$ и при этом смещены к востоку.

На рис. 5.б) представлена зависимость поправки ΔA определения азимута точки севера от широты пункта наблюдения для двух значений долготы ($\lambda = 0^\circ$ – гринвичский меридиан, $\lambda = \lambda_{\text{Samara}} = 50^\circ 06'$ – долгота г. Самары). Очевидно, что данные кривые подобны по форме. Однако, в околополярных областях (в окрестности $\varphi = \pm 90^\circ$) модуль поправки на гринвичском меридиане суще-

ственно больше, чем на меридиане г. Самары, что продиктовано здесь большей близостью точек нулевого меридиана к географическому и магнитному полюсам.

На рис. 6.а) представлен трёхмерный плот зависимости модуля поправки $|\Delta A|$ определения азимута точки севера от географических координат пункта наблюдения на поверхности Земли. Из рисунка очевидно, что наибольшее значение (180°) данная величина достигает точно на меридианах магнитных полюсов, между последними и географическими полюсами. Минимальное значение (0°) данная величина достигает на остальных частях этих меридианов.

На рис. 6.б) зависимость функции знака поправки (магнитного склонения) от географических координат пункта наблюдения на поверхности Земли. Из выражения (3.12) очевидно, знак поправки полностью определяется лишь знаком разности долгот ($\lambda_N - \lambda$), которая в интервале (λ_S, λ_N) значений долготы λ принимает положительные значения.

Наконец, на рис. 7 представлена зависи-

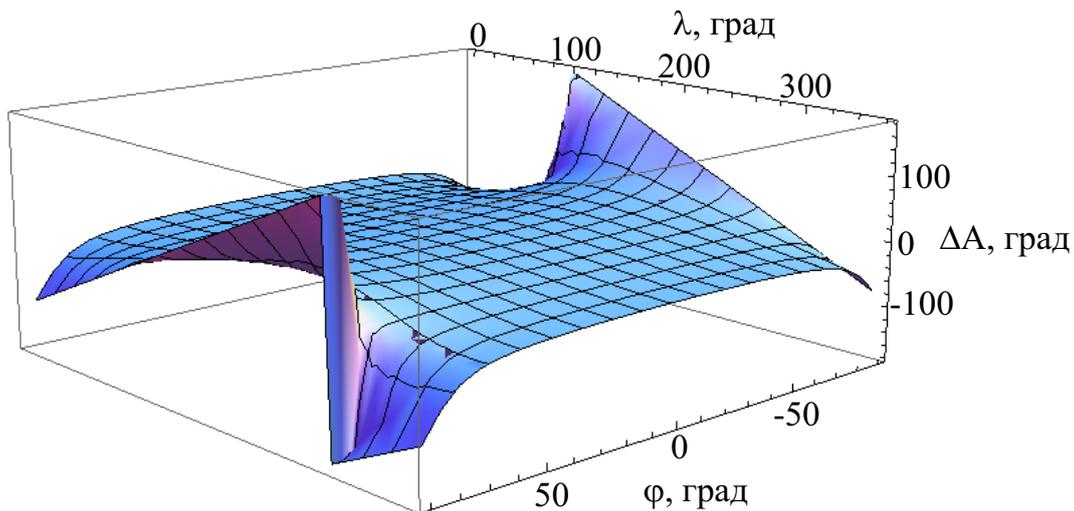


Рис. 7. Зависимость от географических координат поправки ΔA к определению азимута точки севера

мость поправки ΔA (с учётом знака) от географических координат пункта наблюдения на поверхности Земли. Очевидно, что на большей части пространства возможных значений независимых переменных данная функция является плавной и медленно изменяющейся, принимающей значения $O(10^\circ \div 20^\circ)$. Однако в окрестности меридианов геомагнитных полюсов, между одноимёнными географическим и геомагнитным полюсами наблюдается резкие изменения значения поправки с перепадом в 360° , чтобы обусловлено изменением знака поправки.

В табл. 1 представлены численные значения поправки ΔA для 16 российских городов-"миллионников" с указанием их географических координат. Их значения заключены в интервале $-16.85^\circ \div -3.42^\circ$. Дополнительное численное моделирование, выполненное автором настоящей работы, показало, что полученные значения поправки весомы и обязательно должны быть учтены для правильной ориентации в пространстве мобильной монтировки. В противном случае, автоматическое наведение на исследуемый объект телескопа с диаметром поля зрения, меньшим 1° , в большинстве случаев будет неудовлетворительным, а время удовлетворительного ведения на фокусных расстояниях телескопа $400 \div 1000$ мм не будет превосходить $10 \div 15$ с. Полученные значения поправки следует обязательно учитывать астрономам-любителям этих городов, проводящим астрономические наблюдения и выполняя астротреографию в городских условиях.

Литература

1. Гордеев В., Кузнецова Е. ВЦИОМ выяснил главные источники новостей для россиян. – RBK. – URL: <https://www.rbc.ru/society/23/09/2021/614b810f9a794706e3dd3ad8>.
2. Ерёмкина В. Астрономы обнаружили более тысячи новых астероидов с помощью волонте-

ров. – URL: <https://inscience.news/ru/article/world-science/astronomy/15945>.

3. Чечевица Л. Матрица фотоаппарата: всё что нужно знать о ней и мегапикселях. – URL: <https://www.fotosklad.ru/expert/articles/matrica-fotoapparata-vse-cto-nuzno-znat-o-nej-i-megapikselah/>.

4. Jones T. Choosing an Astrophotography Camera. – URL: <https://astrobackyard.com/astro-photography-cameras/>.

5. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. – М.: УРСС, 2019. – 544 с.

6. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. – М.: Мир, 1986. – 528 с.

7. Кононович Э. Магнитное поле Земли. Энциклопедия Кругосвет: универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия. – URL: <http://www.krugosvet.ru/>.

8. Ландсберг Г. С. Электричество и магнетизм. Элементарный учебник физики. – М.: Физматлит, 2016. – Т2. – 488 с.

9. Жилко В. В., Маркович Л. Г. Магнитное поле Земли. Радиационные пояса Земли. Физика: учеб. пособие. – Минск: Нар. Асвета, 2008. – С. 189-192.

10. Geomagnetism Frequently Asked Questions. National Centers for Environmental Information (NCEI). – URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html>.

11. Яновский Б. М. Земной магнетизм. – Л.: ЛГУ, 1978. – 592 с.

12. Magnetic North, Geomagnetic and Magnetic Poles. World Data Center for Geomagnetism, Kyoto. – URL: <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/>.

Таблица 1

Города-миллионники РФ, их географические координаты (φ, λ) и соответствующие им значения поправки ΔA к определению азимута точки севера

| № | Город | φ | λ | ΔA , град | № | Город | φ , град | λ ,град | ΔA , град |
|---|-----------------|-----------|-----------|-------------------|----|----------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Москва | 55°45.35' | 37°37.07' | -14.29 | 9 | Уфа | 54°44' | 55°58' | -11.06 |
| 2 | Санкт-Петербург | 59°57' | 30°19' | -16.85 | 10 | Самара | 53°11' | 50°07' | -11.73 |
| 3 | Новосибирск | 55°1' | 82°55' | -5.61 | 11 | Ростов-на-Дону | 47°14.43' | 39°42.63' | -11.93 |
| 4 | Екатеринбург | 56°50' | 60°35' | -10.64 | 12 | Краснодар | 45°02' | 38°59' | -11.61 |
| 5 | Казань | 55°47.45' | 49°6.87' | -12.52 | 13 | Омск | 54°58' | 73°23' | -7.67 |
| 6 | Красноярск | 56°0.72' | 92°52.28' | -3.42 | 14 | Воронеж | 51°40.30' | 39°12.63' | -12.95 |
| 7 | Нижний Новгород | 56°19.62' | 44°0.45' | -13.51 | 15 | Пермь | 58°0.83' | 56°14.93' | -11.78 |
| 8 | Челябинск | 55°9' | 61°24' | -10.13 | 16 | Волгоград | 48°42.70' | 44°30.83' | -11.62 |

13. Короновский Н. В. Магнитное поле геологического прошлого Земли. – Соровский образовательный журнал. – 1996. – №6. – С. 65-73.

14. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Электричество. Том 3. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2020. – 656 с.

15. Chulliat A., Brown W., Alken P.,

Beggan C. et al. The US/UK World Magnetic Model for 2020-2025: Technical Report. – National Centers for Environmental Information, NOAA. – 2020. – URL: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/24390>.

16. Куликов К. А. Курс сферической астрономии. – М.: Наука, 1969. – 216 с.

**THE PROBLEM OF ACCURATE ORIENTATION OF
THE MOBILE TELESCOPE MOUNTS FOR AN AMATEUR
ASTRONOMER TO THE DIRECTION «TO NORTH POINT»
IN CONDITIONS OF UNVISABILITY OF THE CELESTIAL POLE
AND ITS SOLUTION USING EARTH'S MAGNETIC FIELD**

Ju. P. Philippov

The actual problem of accurately determining the direction to the north point in conditions of the unvisability of the Celestial Pole is considered in present paper. Its solution is fundamentally necessary for the correct operation of mobile mounts of amateur-level telescopes without automatic guiding. The brief overview of the main concepts of spherical astronomy and properties of the modern magnetic field of the Earth is represented here to solve this problem. Two alternative methods are presented for calculating the correction ΔA to determine the azimuth of the North point using a magnetic compass: using the vector method and spherical geometry tools. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of the above methods has been performed. A numerical analysis of the obtained results was performed. 2D and 3D graphs of the dependencies of the studied quantities are presented. It is shown that in most of space of the possible values of geographical coordinates the correction module $|\Delta A|$ is a smoothly varying function and takes values $\mathcal{O}(10^\circ \div 20^\circ)$. In the vicinity of the meridians of the geomagnetic poles, between geographical and geomagnetic poles, sharp changes in the correction value are observed with a difference of 360° . The values of ΔA correction were calculated for 16 million-plus cities in the Russian Federation. It is shown that the correction values are significant and must be taken into account for the correct orientation in space of an amateur-level telescope mount using a compass in astronomical observations.

Key words: azimuth; correction; Earth's magnetic field; North point; North Celestial Pole; telescope mount.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024.

© Philippov Ju. P. 2024.

Philippov Jury Petrovich,

(filippov.yup@ssau.ru),

associate professor of General and

Theoretical Physics Department of the

Samara University,

443086, Russia, Samara, Moscovskoye shosse, 34.

УДК 523:524.8

ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ДО БОЛЬШОГО РАЗРЫВА ИЛИ КРАТКИЙ ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ КОСМОЛОГИИ И КОСМОГОНИИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ: ОТ ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО НАШИХ ДНЕЙ. ЧАСТЬ III. КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ XX-XXI ВВ

Ю. П. Филиппов

Настоящая работа продолжает цикл из четырёх статей, являющихся кратким экскурсом в историю космологии и космогонии Солнечной системы, с охватом по временной шкале – с древнейших времен до наших дней. Выход этого цикла приурочен к 135-летию со дня рождения русского ученого с мировым именем – Фридмана А. А. – основоположника современной физической космологии, автора первой нестационарной модели Вселенной. Данная статья посвящена обзору наиболее значимых примеров космологических моделей устройства Вселенной XX-XXI вв. В частности, здесь рассмотрены основные космологические парадоксы XIX-XX вв, ставшие «катализаторами» в построении принципиально новых космологических моделей, основанных на Общей теории относительности Эйнштейна. Дан краткий обзор первой релятивистской модели Вселенной А. Эйнштейна, нестационарных моделей Вселенной А. Фридмана, модели сингулярной Вселенной Ж. Леметра, концепции Большого взрыва Г. Гамова, модели крупномасштабной структуры Вселенной Я. Зельдовича, Инфляционной модели Вселенной А. Гута и А. Линде. Отдельный параграф посвящён современной картине эволюции Вселенной в космологии, с учётом её ускоренного расширения и роли тёмной энергии. В частности, представлена хронология основных этапов эволюции Вселенной в прошлом. Здесь также рассмотрены два наиболее актуальных сценария возможного будущего нашей Вселенной: сценарий равномерного расширения Вселенной с постоянной тёмной энергией и сценарий ускоренного расширения Вселенной с последующим её большим разрывом.

Ключевые слова: космология; Большой взрыв; модель; инфляция; Вселенная; Большой разрыв.

1. Космологические парадоксы XIX-XX вв

На рубеже XIX-XX вв. окончательно сформировались несколько космологических парадоксов, которые получили своё начало ещё во времена Ньютона и не нашли логического разрешения в классической физике. Одним из первых парадоксов, который пытался разрешить ещё Ньютон [1] был *парадокс гравитационного коллапса конечной Вселенной*. Суть его в том, что во Вселенной конечных размеров, где движениями всех небесных тел управляет закон всемирного тяготения, через конечный промежуток времени последние должны были слиться в одно массивное тело, расположен-

ное «в центре масс» Вселенной [2]. Именно поэтому Ньютон представлял Вселенную бесконечной: в модели бесконечной Вселенной центра нет, и указанный парадокс, естественно, не возникал.

В 1874 г. К. Нейман (немецкий математик), а в 1895 г. независимо и в более точной форме Г. Зелигер (немецкий астроном) сформулировали *гравитационный парадокс бесконечной Вселенной*. Суть его в том, что в бесконечной Вселенной Ньютона целостность всякого небесного тела конечных размеров становится по сути невозможной, поскольку здесь на материальное тело должны действовать бесконечно большие силы притяжения, стремящиеся разорвать его на ничтожно малые части [3]. Учёные того времени предлагали разные подходы к разрешению этого парадокса. Так в начале XX в. немецкий астроном и физик К. Шварцшильд предложил отказаться от бесконечной Вселенной. Другие ученые предлагали усовер-

© Филиппов Ю. П., 2024.

Филиппов Юрий Петрович,

(filippov.yur@ssau.ru),

доцент кафедры общей и теоретической физики

Самарского университета,

443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

пенствовать закон Ньютона. Окончательно этот парадокс был разрешён лишь с введением модели релятивистской космологии в 1917 г. Здесь реализовались обе идеи – отказ от закона всемирного тяготения Ньютона и от модели бесконечной Вселенной.

Фотометрический парадокс был сформулирован в 1744 году Х. Шезо (швейцарский астроном) и дополнен В. Ольберсом (немецкий астроном) в 1826 году. Суть его в следующем. Если в бесконечной Вселенной, звезды распределены хаотично, то из любой точки небосвода должен приходить свет от какой-либо звезды, т. е. все небо должно светиться, примерно как поверхность Солнца [4]. Еще сам Шезо предлагал решение этого парадокса в виде допущения существования в межзвёздном пространстве тёмной всепоглощающей материи. Позже В. Г. Фесенков (советский астрофизик) отмечал, что эта материя не разрешает парадокса, поскольку в результате взаимодействия материи и электромагнитного излучения в действительности происходит лишь рассеяние энергии последнего и его трансформация в другой спектральный диапазон, а не истинное поглощение. Разрешение парадокса было достигнуто в релятивистской модели расширяющейся Вселенной Фридмана-Леметра-Хаббла, в рамках которой этот парадокс не возникает в результате выполнения законов сохранения энергии и красного смещения.

2. Первая релятивистская модель Вселенной Эйнштейна

Первые три декады XX в. ознаменовались свершением второй научной революции в истории естествознания. Эта революция "ковалась" в трудах многих известных учёных, но "первую скрипку" в этом сыграл А. Эйнштейн (1879-1955). В основу новой научной картины мира были положены его две фундаментальные физические теории – специальная (СТО) и общая (ОТО) теория относительности, а также квантовая теория.

В рамках старой классической картины мира, базировавшейся на механике Ньютона, электродинамике Максвелла и Лоренца, такие фундаментальные понятия как пространство, время, масса были не связаны между собой и мыслились абсолютными категориями. Пространство считалось евклидовым, т. е. плоским, трехмерным, бесконечным. Механические и электромагнитные явления представлялись двумя типами фундаментальных явлений, не связанных между собой. Законы их считались независимыми от масштабов, от состояния и движения тел. Но по мере более детального изучения этих явлений стало понятно, что они должны быть между собой взаимосвязаны.

Эйнштейн в 1905 г. создал свою первую фундаментальную теорию – СТО, которая одновременно смогла дать объяснение как механическим, так и электромагнитным явлениям. Ключевыми её нововведениями стали: отказ от понятия абсолютной

системы отсчета и отрицание идеи мирового эфира. Эйнштейн смог обобщить механический принцип относительности Галилея на все физические явления природы и установил "равенство" в применимости всех инерциальных систем отсчёта. Он впервые показал, что релятивистское сокращение длины рассматриваемого тела является лишь следствием движения выбранной для описания системы отсчета, а не изменения действительных размеров этого тела. Понятия "длины" и "промежутка времени" между событиями, даже одновременность событий, стали относительными величинами, что указывало на глубокую взаимосвязь пространства и времени. Вторым постулат Эйнштейна утверждал постоянство скорости света в вакууме. Последний привёл Эйнштейна к выводу о том, что скорость света в вакууме является максимальной возможной скоростью во Вселенной, в том числе и для распространения любого физического взаимодействия [5]. В 1916 г. Эйнштейн создал свою вторую фундаментальную теорию – ОТО, ставшую обобщением ньютоновской теории тяготения и включавшую в себя СТО как частный случай. ОТО на языке тензорной алгебры определила глубокую связь между пространством, временем и тяготением. Впоследствии ОТО получила блестящее подтверждение в ряде фундаментальных экспериментов [6].

В 1917 г. Эйнштейн обнаружил, что решение фундаментальных уравнений ОТО позволяет в принципе построить математическую модель эволюции Вселенной. На протяжении многих тысячелетий принцип стационарности Вселенной являлся основой всех представлений о ней, но он оказался ошибочным как и постулат о неподвижности Земли в древних космологиях [7]. Придерживаясь ошибочного суждения, Эйнштейн полагал радиус кривизны пространства постоянным, что привело его к модели Вселенной в форме четырёхмерного цилиндра: пространство должно быть конечным, хотя и бесконечным во времени. Однако общее решение уравнений ОТО не приводило к модели стационарной Вселенной. Пытаясь этот исправить, Эйнштейн ввёл в эти уравнения "вручную" дополнительный "космологический член". Позже Эйнштейн утверждал [8], что этот поступок стал его "самой большой научной ошибкой".

3. Модели Вселенной Фридмана

Дерзкий отказ от применения постулата о стационарности Вселенной впервые в мире выполнил в своих работах советский космолог А. А. Фридман (1888-1925), показав его теоретическую необоснованность. В 1922 г. он провел повторный анализ решений уравнений ОТО и пришёл к заключению: эти решения не дают однозначного ответа на вопрос о форме и размерах Вселенной.

Используя допущение об изменении радиуса кривизны пространства с течением времени, Фридман получил нестационарные решения указанных уравнений, которые определили несколько

различных семейств моделей нестационарной Вселенной [9]. Модели одного семейства демонстрировали Вселенную с монотонно растущим радиусом кривизны, т.е. расширяющуюся во времени. В моделях другого семейства радиус кривизны R_U пространства увеличивался от нуля до некоторого значения за конечное время, а затем уменьшался до нуля. Плотность ρ_U Вселенной Фридмана также зависела от времени, изменяясь согласно зависимости $\rho_U \sim R_U^{-3}$. Фридман впервые продемонстрировал, что эйнштейновская модель "стационарной Вселенной" – это лишь частный случай решения уравнений ОТО. Он же оспорил мнение Эйнштейна о том, что ОТО обязательно приводит к конечной Вселенной при условии $\rho_U > 0$.

Модель расширяющейся Вселенной Фридмана уже вскоре нашла удивительно точное подтверждение в непосредственных наблюдениях движений далеких галактик. В 1929 г. Э. Хаббл (американский астрофизик, 1889-1953), анализируя лучевые скорости почти 20 галактик, установил один из самых важных космологических законов, который впоследствии был назван его именем [10]. Согласно ему, *лучевая скорость далеких галактик всегда направлена от наблюдателя и пропорциональна расстоянию до него*, что находилось в полном согласовании с предсказанием модели Фридмана.

4. Модель "сингулярной" Вселенной Леметра

В 1927 году, анализируя спектры галактик с использованием эффекта Доплера и наблюдая эффект красного смещения их спектральных линий, Ж. Леметр (бельгийский астроном, 1894-1966) первым высказал предположение о "начале" существования Вселенной и развил свою концепцию её рождения из одной точки. Закон Хаббла стал мощным аргументом в пользу данной концепции. Он позволял легко рассчитать момент рождения Вселенной: величина обратная постоянной Хаббла определяет время, в течение которого длится наблюдаемое разбегание галактик, а значит позволяет точно предсказать момент начала их разбегания, а возможно, и начала самого существования Вселенной [11]. Рождение Вселенной Леметр представил в виде *Большого Взрыва* (БВ). Он же первым попытался "выявить" в теории возможные наблюдаемые последствия этого Взрыва, полагая, что одним из них могли быть космические лучи. Однако гипотеза Леметра получила широкую огласку лишь в 1933 г., когда он выдвинул новую версию модели расширения Вселенной – из плотного сгустка материи, исходные размеры которого были крайне малыми, хотя и конечными.

Открытие расширения Вселенной, сделанное Э. Хабблом и получившее блестящее подтверждение в последующих многочисленных наблюдениях, завершило начатую А. Эйнштейном и А. Фридманом вторую научную революцию, сопровождав-

шуюся сменой космологических картин мира. Теперь в космологии была принята релятивистская концепция эволюции Вселенной – как нестационарной, развивающейся в целом, единой всеохватывающей системы. «Стержнем» новой революции стало возрождение на основе ОТО космогонических и эволюционных представлений о Вселенной в целом, что имело место быть ещё в космологических моделях древнего мира [7]. Согласно новым представлениям, Вселенная существует конечное время, возникла из сверхкомпактного и сверхплотного сгустка материи и представляет собой самый масштабный физический комплекс из пространства, времени и материи, имеющий свое направленное развитие.

5. Концепция Большого Взрыва Гамова

Новый этап в становлении более совершенной и проработанной космологической модели эволюции расширяющейся Вселенной связано с именем Г. А. Гамова (русско-американский физик, 1904-1968). Он предложил [12] свою "теорию Большого Взрыва". Здесь наблюдаемая Вселенная – это результат предельно быстрого расширения материи, находившейся до этого в сверхплотном состоянии, неподдающемся корректному описанию в физике наших дней. Последствие того катастрофического расширения наблюдается и в наши дни как явление "красного смещения" всех спектральных линий далеких галактик.

В 1948 г. Гамов и его коллеги впервые теоретически обосновали, что первичная материя Вселенной представляла собой однородную высокотемпературную смесь электромагнитного излучения и элементарных частиц. Они же предсказали существование остывшего первичного изотропного теплового электромагнитного излучения, с температурой $T \approx 5$ К [13], образовавшегося в результате разделения первичной смеси в силу расширения Вселенной и, как следствие, её охлаждения. Гамов и его коллеги не верили в возможность регистрации этого излучения. С помощью имевшейся на тот момент аппаратуры тепловое радиоизлучение столь низкой температуры обнаружить было совершенно невозможно, поскольку оно должно было «раствориться» в космическом радиошуме, порожденном излучением звёзд, галактик, межзвёздной среды. Однако уже в 1965 г. американские радиоинженеры А. Пензиас и Р. Вильсон при испытании новой радиоантенны случайно открыли [6] существование микроволнового космического радиошума с температурой $T \approx 3$ К, не зависящего от направления антенны, что стало прямым экспериментальным подтверждением теории Гамова. Известный советский астрофизик И. С. Шкловский назвал это излучение *реликтовым* [14].

6. Крупномасштабная структура Вселенной Зельдовича

Согласно современным данным, структура Вселенной ячеистая, галактики и их скопления

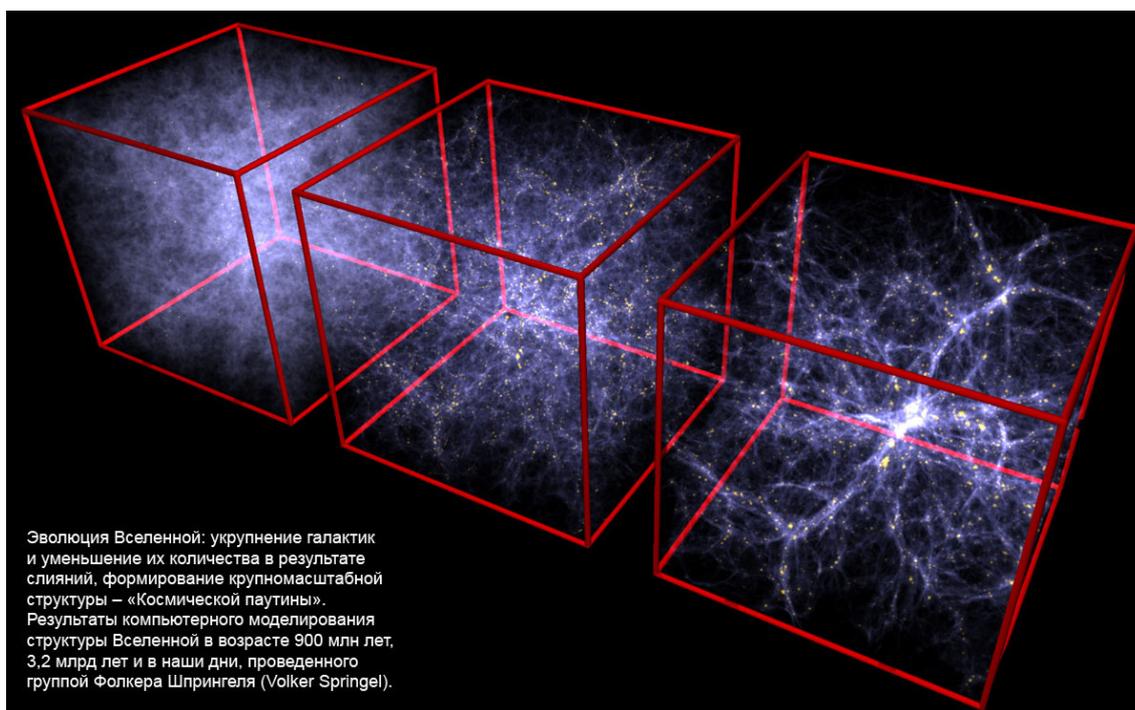


Рис. 1. К определению эволюции крупномасштабной структуры Вселенной

располагаются, не внутри ячеек, а в их гранях, на окраинах огромных почти пустых областей, получивших название "войды". Такая структура получила свое строгое обоснование в рамках теории "горячей Вселенной" созданной Я. Б. Зельдовичем (советский физик, 1914-1987). С использованием обобщённой теории гравитационной неустойчивости (ОТГН) Дж. Джинса он продемонстрировал [15], что в ранней Вселенной гравитационная неустойчивость вещества сначала должна была приводить к его уплотнению вдоль некоторых поверхностей. Это приводило к дифференциации вещества в сравнительно тонкие самоуплотняющиеся "пласты" в отличие от классической идеи Ньютона, где аккумуляция вещества должна была осуществляться лишь в направлении точечных гравитирующих центров.

В 1975 г. американские астрофизики Дж. Кинкарини и Г. Руд, изучив спектральные смещения нескольких тысяч галактик, обнаружили их ступенчатый рост с увеличением до них расстояний. Это открытие стало очевидным доказательством существования колоссальных пустот в Метагалактике. Советские физики С. Ф. Шандарин и А. Д. Дорошкевич в том же году провели [16] первый в мире численный расчёт двумерной модели эволюции системы N гравитирующих материальных точек, имевших изначально квазиравномерное распределение в пространстве. Здесь было показано, что эволюция такой системы (как и структуры Вселенной) идёт в направлении образования из этих точек вытянутых нитеобразных (филаментарных) структур, которые, пересекаясь, создают плоскую решетку. В 1980 г. группа Эйнасто обнаружила первую филаментарную структуру – сверхскопление в Персее.

Моделирование эволюции такой же системы материальных точек в рамках ОТГН в трёх измерениях было выполнено советскими теоретиками А. Кльпиным и С. Шандариным [17] в 1981 г. Результаты моделирования показали, что квазиоднородная среда изначально сгущается к нескольким «поверхностям», с течением времени этот процесс ускоряется, а сами «поверхности» способны пересекаться между собой. Вещество стягиваясь преимущественно в «грани ячеек», формирует непрерывную объёмную ячеистую структуру (см. рис. 1). Затем «грани» ячеек становятся все более уплотненными гигантскими «стенами», содержащими тысячи галактик и их скоплений, и представляя собой первый тип сверхскоплений. Пересечение галактических «стен» образует второй тип сверхскоплений – *галактические нити*. Наконец, в местах пересечения рёбер ячеек – в «узлах» решетки формируются сверхскопления третьего типа, наиболее массивные. Таким образом, наблюдаемая часть Вселенной (Метагалактика) имеет ячеистую структуру и представлена тремя типами сверхскоплений. Моделирование её эволюции в будущем показало, что вещество из галактических «стен» ячеек постепенно будет перетекать в их рёбра, а далее стягиваться к «узлам» ячеек. В результате сверхскопления третьего типа будут расти и смогут контактировать друг с другом своими периферийными частями. В итоге образуется непрерывное распределение галактик и их скоплений, где «узловые сверхскопления» станут центрами сосредоточения материи.

7. Инфляционная модель Вселенной Гута-Линде

В 70-80-х годах XX в. в работах А. Старобинского, А. Гута, А. Линде, В. Муханова и др.

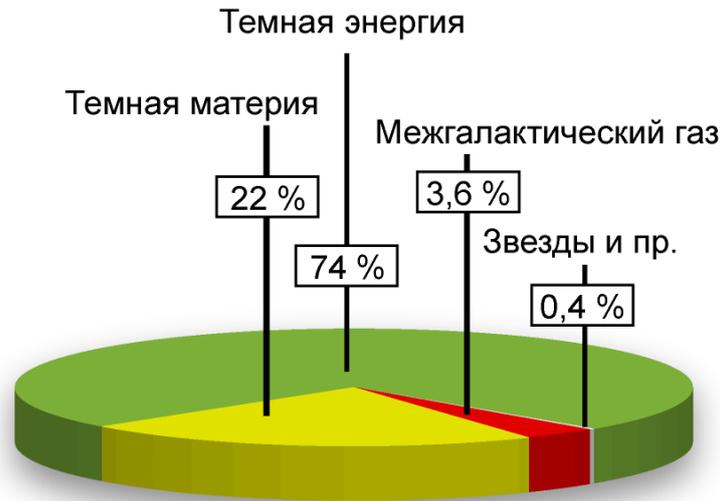


Рис. 2. К определению распределения энергии между основными составляющими Вселенной по данным WMAP

была разработана [18] *инфляционная модель Вселенной* – гипотетическая модель, предсказывающая на ранней стадии Большого взрыва физическое состояние вещества и закон расширения Вселенной (при температуре выше 10^{28} К). Главная особенность этой теории – предсказание ускоренного расширения Вселенной по экспоненциальному закону при постоянной плотности вещества, по сравнению со стандартной моделью горячей Вселенной (СМГВ). Эта модель позволила разрешить ряд проблем СМГВ [19]: а) проблему крупномасштабной однородности и изотропности Вселенной, б) проблему плоской Вселенной, и в) проблему крупномасштабной структуры Вселенной. Основная идея модели состоит в том, что в ранней Вселенной существовало особое скалярное поле, которое породило "антигравитацию заставляя её расширяться с ускорением. В рамках ОТО источником гравитационного поля является не только вещество, но и давление. Современная физика элементарных частиц предсказывает существование скалярных полей, которые при некоторых условиях состояния создают отрицательное давление, а значит явление антигравитации! Именно такое скалярное поле, видимо, расширило Вселенную необычно высокими темпами.

8. Ускоренное расширение Вселенной и тёмная энергия

На основании полученных данных наблюдений сверхновых звёзд типа Ia в 90-х гг. XX в. было сделано ещё одно важное открытие: *ускоренное расширение Вселенной*. Это открытие было подтверждено другими наблюдательными фактами: измерениями свойств реликтового излучения, гравитационного линзирования, нуклеосинтеза Большого Взрыва. Старые космологические модели предполагали, что расширение Вселенной замедляется и это было логично, поскольку полагалось, что основную часть Вселенной составляет как видимая, так и тёмная материя, которая свя-

зана воедино гравитацией, а значит стремится стянуть всю Вселенную до меньших размеров.

Данное открытие подтолкнуло физиков-теоретиков к постулированию существования нового вида энергии с отрицательным давлением – «тёмной энергии». Существование последней решает «проблему невидимой массы». Измерения свойств реликтового излучения Вселенной, выполненные спутником WMAP, демонстрируют, что пространство-время Вселенной действительно имеет глобальную кривизну, очень близкую к нулевой. Проведенные расчеты показывают, что такое возможно, если некая ранее неизвестная форма энергии дает (см. рис. 2) отсутствующие 70% плотности Вселенной [20]. В роли тёмной энергии может выступать как энергия вакуума, так и энергия осцилляций некоего скалярного поля, заполняющего Вселенную и называемого "*квинтэссенцией*".

Однако, ни одна из современных космологических моделей не может разрешить *проблему космологической постоянной* – противоречие между её теоретическим значением, полученным с помощью двух фундаментальных физических теорий: общей теории относительности (ОТО) и квантовой физики, и экспериментальным значением, вычисленным на основе данных наблюдений. Теоретическое значение космологической постоянной больше экспериментального на 120 порядков! Как отметил [21] Ли Смолин: это "наихудшее предсказание, когда-либо сделанное научной теорией".

9. Современная картина эволюции Вселенной в космологии

Современный сценарий основных этапов эволюции Вселенной сформулирован на основе применения следующих теорий: теории расширения Вселенной Фридмана, теории горячей Вселенной, теории инфляции, иерархической теории формирования крупномасштабной структуры и теории звездного населения.

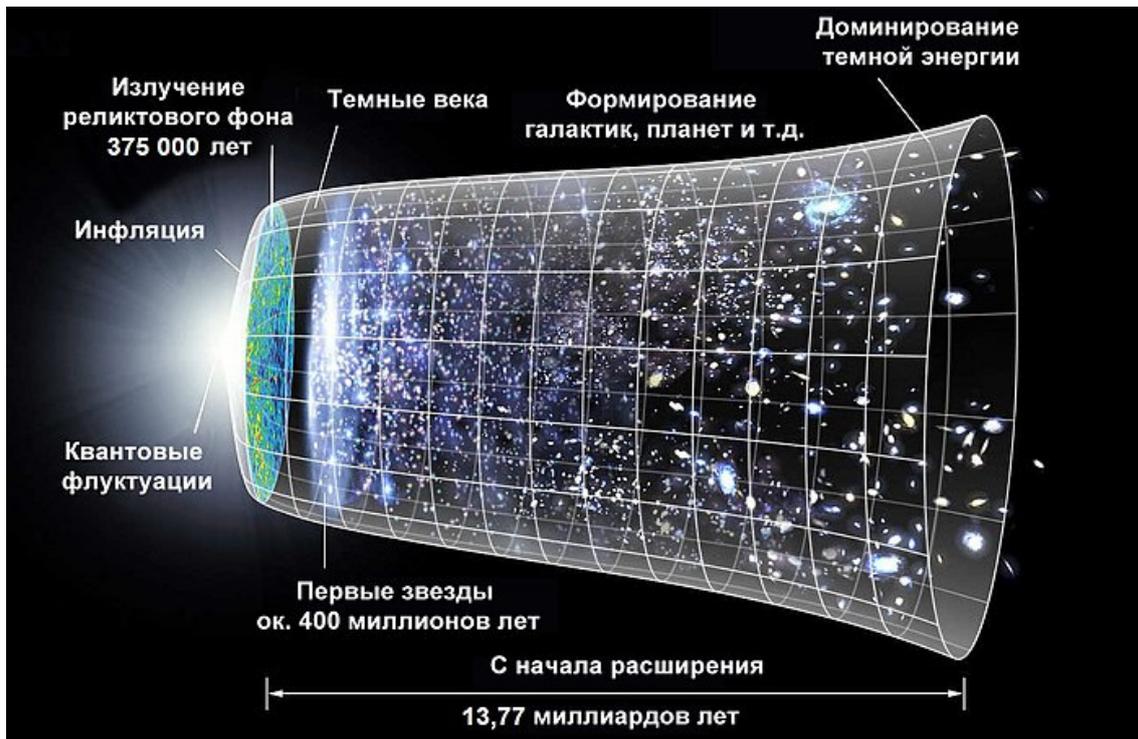


Рис. 3. К определению основных эпох и стадий эволюции Вселенной

Если рассмотреть процесс расширения Вселенной вспять по времени, это обязательно приведет к космической сингулярности, вблизи которой ныне известные законы физики перестают работать. *Космологическая сингулярность* – это состояние Вселенной в начальный момент Большого Взрыва, характеризующееся бесконечно большими значениями плотности и температуры вещества. *Проблема существования космологической сингулярности* – одна из наиболее серьезных проблем физической космологии. Суть её в следующем: никакие данные наблюдений, полученные после Большого взрыва, не могут дать информации о том, что было до него. Кроме того, с точки зрения физики, плотность и температура не могут одновременно принимать бесконечно большие значения. При бесконечной плотности мера хаоса стремится к нулю, а при бесконечной температуре – она стремится к бесконечности. Время расширения Вселенной из этой сингулярности до настоящего момента называют *возрастом Вселенной*. Согласно современным данным, он составляет $13,799 \pm 0,021$ млрд лет.

9.1. Хронология основных этапов эволюции Вселенной в прошлом

Расширение Вселенной – это основной процесс, на фоне которого происходят прочие процессы. Именно поэтому всю историю эволюции Вселенной можно разбить на ряд этапов расширения:

1. *Планковская эпоха* ($0 \div 10^{-43}$ с после БВ, см. рис. 3) – это промежуток времени (планковское время), от начального момента БВ до момента времени, когда становится применимой современная физика. В эту эпоху Вселенная представляла собой высокооднородную и изотропную сре-

ду, при этом её вещество характеризовалось средней кинетической энергией $\mathcal{O}(10^{19}$ ГэВ), плотностью $\mathcal{O}(10^{97}$ кг/м³), температурой $\mathcal{O}(10^{32}$ К) [22]. При этом размер Вселенной не превосходил планковский радиус – $\mathcal{O}(10^{-35}$ м).

Современная наука не может описать события, происходящие за время, меньшее чем планковское время, и на расстояниях, меньших планковского радиуса. Существует объективная необходимость в создании новой *квантовой теории гравитации* – теории, объединяющей квантовую механику и релятивистскую гравитацию. Без нее физика Планковской эпохи остаётся непонятной. Очевидно, что все четыре фундаментальных взаимодействия должны иметь одно общее начало, однако причины их разделения и сам этот процесс до сих пор малопонятны. Три фундаментальных взаимодействия из четырёх удалось единым образом описать в рамках современной квантовой теории поля, но все попытки включить в описание гравитацию до сих пор не увенчались успехом! Если не учитывать квантовые гравитационные эффекты, то получается, что Вселенная началась с сингулярности с бесконечной плотностью; учёт этих эффектов должен исключить трудности с сингулярностью. *Теория струн* и *петлевая квантовая гравитация* – это две альтернативные наиболее проработанные и перспективные теории-кандидаты на роль единой теории всех фундаментальных взаимодействий.

2. По окончании Планковской эпохи гравитационное взаимодействие отделилось от остальных фундаментальных взаимодействий и началась вторая фаза расширения Вселенной – *Эпоха Великого объединения* ($10^{-43} \div 10^{-36}$ с после БВ). К кон-

цу данной эпохи произошло отделение сильного взаимодействия от двух других (слабого, электромагнитного) фундаментальных взаимодействий.

3. В интервале $10^{-36} \div 10^{-32}$ с после БВ протекала *Эпоха инфляции Вселенной*. Здесь было резкое экспоненциальное увеличение размеров Вселенной (см. рис. 3), сопровождавшееся её сильным нагревом. Структура первичной квантовой флуктуации, раздуваясь, дала начало крупномасштабной структуре Вселенной.

Стадия радиационного доминирования

4. В интервале $10^{-32} \div 10^{-12}$ с после БВ имела место *Электрослабая эпоха*, которая закончилась тогда, когда электрослабое взаимодействие разделилось на слабое и электромагнитное взаимодействия. Здесь температура снизилась до $O(10^{15}$ К) и Вселенная наполнилась кварк-глюонной плазмой, лептонами, фотонами, W- и Z-бозонами, бозонами Хиггса. Произошло нарушение суперсимметрии.

5. В интервале $10^{-12} \div 10^{-6}$ с после БВ господствовала *Кварковая эпоха*. Здесь электрослабая симметрия уже была нарушена, все четыре фундаментальных взаимодействия существовали раздельно. Кварки ещё не были объединены в адроны. Вселенная была заполнена кварк-глюонной плазмой, лептонами и фотонами.

6. Далее имела место быть *Адронная эпоха* ($10^{-6} \div 1$ с). В этот период активно протекала аннигиляция барион-антибарионных пар. Благодаря нарушению CP-симметрии оставался малый избыток барионов над антибарионами (около 10^{-9}).

7. Эпоху адронов сменила *Эпоха лептонов* ($1 \div 10$ с). Здесь происходила интенсивная аннигиляция пар "лептон-антилептон распалась часть образовавшихся нейтронов. Вещество стало прозрачным для нейтрино.

8. В интервале 10 с \div 20 мин происходила *Эпоха первичного нуклеосинтеза* гелия, дейтерия, лития-7.

9. В последующие 70 тыс. лет во Вселенной царила *Фотонная эпоха*. В этот период электромагнитное излучение по балансу энергии преобладало над веществом. Именно поэтому эпохи $4 \div 9$ традиционно вместе называют *стадией радиационного доминирования*.

Стадия доминирования вещества

Здесь вещество стало доминировать над излучением (по доли энергии), что привело к изменению режима расширения Вселенной.

10. После первичного нуклеосинтеза Вселенная стала содержать горячую плотную плазму из атомных ядер, а также электронов и фотонов – наступила *Протонная эпоха*, которая просуществовала следующие 379 тыс. лет и закончилась рекомбинацией водорода, после чего Вселенная стала прозрачной (см. рис. 3) для фотонов теплового излучения. *Момент образования реликтового излучения является пограничным для эволюции ве-*

щества. Если до этого момента эволюция вещества полностью определялась расширением, то после роль «первой скрипки» взяло на себя гравитационное взаимодействие скоплений вещества, как друг с другом, так и с самим собой. Именно оно отвечало за образование звёзд, звёздных скоплений, галактик, а также за слияние последних. Отделение реликтового излучения стало возможным благодаря остыванию Вселенной, вызванному её расширением.

11. В период $3.79 \cdot 10^5 \div 3.50 \cdot 10^8$ лет во Вселенной царила *Эпоха тёмных веков*. В этот период Вселенная была заполнена водородом, гелием, реликтовым излучением и излучением атомарного водорода с длиной $\lambda = 21$ см. Источники видимого света: звёзды, квазары и др. ещё не сформировались.

12. В *Эпоху реионизации* ($3.50 \cdot 10^8 \div 8.00 \cdot 10^8$ лет) образовались первые звёзды, квазары, галактики, скопления и сверхскопления галактик. Началась реионизация водорода светом звёзд и квазаров.

13. Спустя 800 млн лет от БВ наступила *Эпоха вещества*, которая продолжается и до настоящего времени. В частности, именно в данную эпоху сформировалось большинство звёзд и галактик, в том числе и наша Солнечная система.

Следует отметить, что 9.8 млрд лет после БВ и по сегодняшний день продолжается *Стадия доминирования тёмной энергии*, в пределах которой Вселенная расширяется с ускорением (см. рис. 3).

9.2. Возможные сценарии будущего Вселенной

Естественным образом возникает вопрос: "что ждёт нашу Вселенную в будущем?" Различными космологическими моделями предсказано множество возможных сценариев будущего. Одни из них пророчат полное уничтожение Вселенной, а другие – её бесконечную жизнь. Наличие столь противоречивых сценариев будущего Вселенной объясняется зависимостью математического аппарата этих моделей от ряда физических параметров, характеризующих текущее состояние Вселенной, которые мы ещё не умеем точно определять на эксперименте (например, масса и энергия, средняя плотность, скорость расширения).

В настоящее время рассматриваются два наиболее актуальных сценария дальнейшего развития Вселенной: 1) *сценарий равномерного расширения Вселенной с постоянством тёмной энергии*, который подразумевает «проживание» Вселенной всех возможных этапов своей эволюции и полное исчерпание всех возможных её источников энергии. «Жизнь» Вселенной здесь должна закончиться *ее тепловой смертью*; 2) *сценарий ускоренного расширения Вселенной* подразумевает её смерть в результате её *Большого разрыва* (БР).

В рамках первого сценария можно выделить следующие эпохи её эволюции.

1. *Эпоха звёзд* ($10^8 \div 10^{15}$ лет) – это настоящая эпоха, в которую наблюдается активное звёздообразование. Она завершится в тот момент, когда все галактики исчерпают свои запасы межзвёздного газа и все маломассивные звёзды полностью израсходуют свое водородное топливо. В эту эпоху основными объектами Вселенной являются звёзды и основным источником энергии – термоядерные реакции горения водорода.

2. *Эпоха распада* ($10^{15} \div 10^{39}$ лет). В эту эпоху основными объектами Вселенной являются белые и коричневые карлики, совсем немного нейтронных звёзд и чёрных дыр. Обычных звёзд не существует в принципе, они все дошли до конечного этапа своей эволюции. Здесь горение водорода протекает лишь в коричневых карликах, идёт оно малыми темпами, либо эпизодически, в результате флуктуации плотности вещества. Основным процессом выработки энергии являются аннигиляция тёмной материи и распад протонов. Галактики также будут сильно отличаться от нынешних: здесь звёзды уже испытали многократные взаимные столкновения и тем самым породили почти однородную среду. Размеры галактик станут значительно больше в результате их взаимного слияния. В частности, все галактики, входящие в состав Местной группы галактик, сольются в одну.

3. *Эпоха чёрных дыр* ($10^{39} \div 10^{100}$ лет). На этом этапе фактически всё вещество представляет собой море элементарных частиц. И лишь в некоторых уголках Вселенной продолжают жить нейтронные звёзды. Главными носителями массы становятся чёрные дыры. За предыдущие эпохи они аккрецировали на себя вещество. В эту эпоху они только излучают. Основных механизмов тут два: столкновение двух чёрных дыр и последующее слияние высвобождает значительную гравитационную энергию, образуются гравитационные волны. Вторым механизмом является излучение Хокинга: благодаря своей квантовой природе, некоторым фотонам удаётся пробираться за горизонт событий. Вместе с фотоном чёрная дыра теряет и массу, а потеря массы ведёт к ещё большему потоку фотонов. В какой-то момент гравитация больше не может удерживать кванты света под горизонтом событий, и чёрная дыра взрывается, выбрасывая последние остатки фотонов. Возможно, что чёрные дыры смогут образовывать свои скопления и сверхскопления, и точно также они будут сливаться. В итоге образуется гигантская чёрная дыра, которая будет жить фактически вечно. Возможно, под действием гравитации она разогреется до Планковской температуры и достигнет Планковской плотности и станет причиной очередного Большого взрыва, дав начало новой Вселенной. *В момент Большого взрыва перестают работать известные человеку законы физики, и дальнейшую судьбу Вселенной предсказать невозможно.*

4. *Эпоха вечной тьмы* ($> 10^{101}$ лет). Это время уже без каких-либо источников энергии. Со-

хранились только остаточные продукты всех процессов, происходивших в прошлых эпохах: фотоны с огромной длиной волны, нейтрино, электроны, позитроны и кварки. Температура приближается к абсолютному нулю. Время от времени позитроны и электроны образуют неустойчивые атомы позитрония, в конечном счёте, их судьба – полная аннигиляция.

В рамках *сценария ускоренного расширения Вселенной* предсказывается разрушение (разрыв) всей материи за конечное время. Современные наблюдения не исключают, но и не подтверждают этот сценарий. Справедливость этой гипотезы сильно зависит от природы тёмной энергии. Если Вселенная будет и далее ускоренно расширяться, то, по мере увеличения скорости расширения, расстояние до горизонта событий – т. е., той части Вселенной, которая удаляется от наблюдателя со скоростью света – будет уменьшаться. Всё, что находится за горизонтом, недоступно наблюдению, потому что скорость света является пределом для любых взаимодействий. Объект, расположенный внутри наблюдаемой Вселенной, не взаимодействует ни с чем, находящимся за горизонтом. Если размер горизонта событий становится меньше размеров какого-либо объекта, то между частями этого объекта невозможны никакие взаимодействия – ни гравитационное, ни электромагнитное, ни сильное или слабое.

Авторы этой гипотезы вычислили [24] оставшееся время до конца существования Вселенной такой, какой мы её знаем. Конец Вселенной, именуемый Большим разрывом (БР) наступит приблизительно через 22 млрд лет. За миллиард лет до БР распадутся скопления галактик. Примерно за 60 млн лет до БР гравитация станет слишком слабой, чтобы удерживать галактики. Распадётся и наша галактика. За три месяца до БР Солнечная система станет гравитационно несвязанной. За 30 минут до БР разрушится Земля. За 10^{-9} с до БР разрушатся атомы. Все эти значения, разумеется, относятся к объектам, которые будут существовать к тому времени вместо сегодняшних Галактики, Солнечной системы и Земли соответственно. Что произойдёт после БР предсказать невозможно, поскольку здесь не работают известные человечеству законы физики.

На май 2024-го года науке не известно, обладает ли тёмная энергия такими свойствами, при которых может реализоваться второй сценарий. Именно поэтому оба указанных выше сценария на данный момент являются не более чем детально проработанными теоретическими гипотетическими моделями, заслуживающими внимания, анализа и усовершенствования с использованием новых данных, которые ученые смогут получить в будущих наблюдениях за Вселенной.

Литература

1. Акройд П. Исаак Ньютон. Биография. – М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2011. – 256 с.

2. Филиппов Ю. П. Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. Часть II. Космологические модели XVI-XIX ВВ. – Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета. – 2023. – №2(23). – С. 30-38.
3. Климишин И. А. Релятивистская астрономия. – 2-е изд. – М.: Наука, 1989. – С. 287.
4. Решетников В. П. Почему небо тёмное. Как устроена Вселенная. – М.: Век 2, 2012. – 192 с.
5. Еремеева А. И., Цицин Ф. А. История астрономии. – М.: МГУ, 1989. – 348 с.
6. Березин В. А. Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 2. // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2019. – №2. – С. 44-63.
7. Филиппов Ю. П. Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. Часть I. Космологические модели древнего мира. – Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета. – 2023. – №1(22). – С. 13-23.
8. Паркер Б. Мечта Эйнштейна: В поисках единой теории строения. – М.: Амфора, 2001. – С. 333.
9. Фридман А. А. Мир как пространство и время. – 2-е изд. – М.: Наука, 1965. – 112 с.
10. Засов А. В., Постнов К. А. Общая астрофизика. – Фрязино: Век 2, 2006. – 496 с.
11. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. – М.: УРСС, 2019. – 544 с.
12. Зельдович Я. Б. "Горячая" модель Вселенной. – УФН. – 1966. – Т.89. – вып.8. – С. 647-648.
13. Чернин А. Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики. – УФН. – 1994. – Т.164. – вып.8. – С. 889-896.
14. Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
15. Долгов А. Д., Зельдович Я. Б., Сажин М. В. Космология ранней Вселенной. – М.: МГУ, 1988. – 199 с.
16. Дорошкевич А. Г., Шандарин С. Ф. Образование галактик в нелинейной теории гравитационной неустойчивости. – Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. – 1973. – №7.
17. Шандарин С.Ф., Дорошкевич А. Г., Зельдович Я. Б. Крупномасштабная структура Вселенной. – УФН. – 1983. – Т.139. – вып.1. – С. 83-134.
18. Березин В. А. Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 3. // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2019. – №2. – С. 4-10.
19. Понятов А. Квантовые эффекты в масштабе Вселенной. – Наука и жизнь. – 2013. – №7; URL: <https://www.nkj.ru/news/22818/> (Дата обращения: 30.05.2024).
20. Штерн Б., Рубаков В. Астрофизика. – Троицкий вариант. – М.: АСТ, 2020. – С. 34-51.
21. Smolin L. The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next. – Boston: Houghton Mifflin, 2006. – 416 p.
22. Горбунов Д. С., Рубаков В. А. Введение в теорию ранней Вселенной: теория горячего Большого взрыва. – М.: УРСС, 2022. – 616 с.
23. Арефьева И. Я. Голографическое описание кварк-глюонной плазмы, образующейся при столкновениях тяжёлых ионов. – УФН. – 2014. – Т.184. – С. 569-598.
24. Caldwell R. R., Kamionkowski M. and Weinberg Nevin N. Phantom Energy and Cosmic Doomsday. – Physical Review Letters. – 2003. – V.91. – iss.7. – P. 071301.

**EVOLUTION OF THE UNIVERSE FROM THE BIG BANG
BEFORE THE BIG RIP OR A BRIEF EXCURSION
IN THE HISTORY OF COSMOLOGY AND SOLAR SYSTEM
COSMOGONY: FROM ANCIENT TIMES
TO THE PRESENT DAY. PART III.
COSMOLOGICAL MODELS XX-XXI CENTURIES**

Ju. P. Philippov

This work continues a series of four articles, which are a brief excursion into the history cosmology and cosmogony of the Solar System, covering the time scale – from the most ancient times up to the present day. The release of this cycle is dedicated to the 135-th anniversary of the birth of the world-famous Russian scientist Fridman A. A., the founder of modern physical cosmology and the author of the first non-stationary model of the Universe. This article is devoted to a review of the most significant examples of cosmological models of the Universe in the XX-XXI centuries. In particular, we consider here the main cosmological paradoxes of the XIX-XX centuries, which became «catalysts» in the construction of fundamentally new cosmological models based on Einstein’s General Theory of Relativity. A brief review is given of the first relativistic model of the Universe by A. Einstein, non-stationary models of the Universe by A. Friedmann, the model of the singular Universe by J. Lemaitre, the concept of the Big Bang by G. Gamow, the model of the large-scale structure of the Universe by Y. Zeldovich, the Inflationary model of the Universe by A. Guth and A. Linde. A separate paragraph represents the modern picture of the Universe evolution in cosmology, taking into account its accelerated expansion and the role of dark energy. In particular, the chronology of the main stages of the Universe evolution in the past is presented. It also considers the two most relevant scenarios for the possible future of our Universe: the scenario of uniform expansion of the Universe with constant dark energy and the scenario of accelerated expansion of the Universe followed by a Big Rip.

Key words: Cosmology; Big Bang; model; inflation; Universe; Big Rip.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024.

УДК 523:524.8

ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ДО БОЛЬШОГО РАЗРЫВА ИЛИ КРАТКИЙ ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ КОСМОЛОГИИ И КОСМОГОНИИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ: ОТ ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЁН ДО НАШИХ ДНЕЙ. ЧАСТЬ IV. КОСМОГОНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Ю. П. Филиппов

Настоящая работа завершает цикл из четырёх статей, являющихся кратким экскурсом в историю космологии и космогонии Солнечной системы, с охватом по временной шкале – с древнейших времён до наших дней. Выход этого цикла приурочен к 135-летию со дня рождения русского учёного с мировым именем – Фридриха А. А. – основоположника современной физической космологии, автора первой нестационарной модели Вселенной. Данная статья посвящена обзору наиболее значимых примеров космогонических моделей Солнечной системы (СС) XVIII-XXI вв. В частности, здесь рассмотрена первая небулярная модель возникновения и эволюции СС И. Канта, отмечены её сильные и слабые стороны, ключевые идеи, нашедшие своё воплощение в современных космогонических моделях. Также представлены небулярные модели горячей первичной туманности Лапласа П.-С. и вихревой СС Фая Э. В работе также уделено внимание катастрофическим моделям возникновения и эволюции СС: планетезимальной модели Молтона и Чамберлина, приливной модели Джинса и Джеффриса. С использованием современных астрофизических данных явно указаны основные недостатки этих моделей, обоснована их нереалистичность. Отдельный параграф посвящён современной модели возникновения и эволюции СС вплоть до наших дней. В частности, представлена хронология основных этапов эволюции СС в прошлом. Здесь также рассмотрены актуальные тенденции возможного будущего СС и её состава. В заключительной части работы представлены краткие выводы в форме эпилога.

Ключевые слова: космогония; Солнечная система; модель; Солнце; планета; Галактика.

Под *космогонией Солнечной системы (КСС)* понимается раздел астрономии, изучающий вопросы происхождения и эволюции Солнечной системы (СС) как единой физической системы с учётом её строения, состава, физических и механических свойств, химического состава. В истории КСС сложились два альтернативных подхода к описанию эволюции СС от момента её рождения и до наших дней. В рамках первого подхода планетарная система является результатом закономерной, длительной, спокойной эволюции первичной газопылевой туманности. Соответствующие гипотезы эволюции СС получили название *небулярных*. Второй подход основан на предполо-

жении о случайном катастрофическом событии, произошедшем на заре формирования СС и послужившим отправной точкой для её формирования. Соответствующие гипотетические модели получили название *катастрофических*. Рассмотрим примеры наиболее известных небулярных гипотез образования СС.

1. Небулярная модель Канта

Первой космогонической гипотезой из класса небулярных можно смело считать *Небулярную модель образования СС Иммануила Канта* (1724-1804). Её он представил миру в своей работе – «Всеобщая естественная история и теория неба» в 1755 году [1]. Здесь исходным массивом вещества была холодная первичная туманность, состоящая из отдельных *элементарных субстанций* (ЭС). Последняя была создана Богом. Следует отметить, что Кант прибегает к Богу лишь в отношении формирования первичной туманности, в остальных частях модели Кант не испы-

© Филиппов Ю. П., 2024.

Филиппов Юрий Петрович,

(filippov.yur@ssau.ru),

доцент кафедры общей и теоретической физики

Самарского университета,

443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

тывал необходимости в этом (подобно Ньютону, в модели гравитирующей Вселенной, [2]). Одним из базовых положений модели Канта являлась идея о предельно примитивном разреженном первичном состоянии материи, которая своими корнями уходит в древние времена. По мнению Канта, ЭС разной массы должны были присутствовать в туманности в разных количествах. Концентрация ЭС предполагалась обратно пропорциональной их массе. Это предположение было новым шагом в представлении зависимости распространённости частиц в Космосе от их массы. По мнению Канта, в такой среде сначала возникали небольшие случайные сгустки первичного вещества под действием лишь внутренних химических сил. Затем эти сгустки укрупнялись, сталкиваясь с ещё более крупными такими же сгустками. Подобное взаимодействие Кант обосновывал применением законов динамики Ньютона. В результате вся первичная туманность кластеризуется на шаровидные области, более плотные скопления материи – *звёздные туманности*. Таким образом, впервые в истории науки этим мыслителем было чётко указано на возможность возникновения случайных скачков плотности в первичной среде под действием негравитационных (химических) сил. Он также явно говорил о необходимости достижения этой средой некоторого конечного "критического" значения плотности для начала устойчивого процесса её сжатия [3]. Впоследствии эти идеи в начале XX в. трансформировались в знаменитую фундаментальную теорию гравитационной неустойчивости Дж. Джинса.

Многие его умозаключения оказались по-настоящему пророческими и получили научное обоснование десятки-сотни лет спустя.

1. Его утверждение о нагреве недр холодной планеты за счёт "смещения" образующих её веществ сегодня находит убедительное подтверждение в теории внутреннего строения массивных тел и их источников внутренней энергии [4]: гравитационное сжатие тела планеты и гравитационная дифференциация в её теле веществ различной плотности являются двумя возможными источниками её внутренней энергии.

2. Его утверждение о том, что Солнце (как и другие звёзды) является активным, "пылающим" источником тепла, может затухать при недостатке "горючего" и вновь разгораться при его поступлении, сегодня подтверждается в астрофизике переменных звёзд: переменность электромагнитного излучения (ЭМИ) звезды, может быть обусловлена нестабильным протеканием термоядерных реакций в её недрах [5].

3. Кант допускал важную роль отталкивающего действия солнечных лучей в СС и её эволюции. Действительно, в эволюции орбит малых астероидов, комет, метеороидов и космической пыли играют важную роль силы давления, обуслов-

ленные действием ЭМИ Солнца и солнечного ветра [6,7].

4. Его вывод о "метеоритном" составе кольца Сатурна полностью подтверждается данными наблюдений космических миссий Pioneer, Voyager, Cassini-Huygens и результатами компьютерного моделирования: кольца Сатурна является огромным массивом малых тел, являющихся осколками много более массивного тела, полностью разрушенного гравитационным полем планеты-гиганта не более 400 млн лет тому назад [8]. Кант отмечал, что кольца могут быть и у других планет. Сегодня достоверно известно [4], что кольца, подобные сатурнианским, существуют у всех планет-гигантов СС.

5. Кант дал корректное объяснение природе зодиакального света. Он же указывал на отсутствие принципиальных различий между планетами и кометами: при некоторых условиях Солнце могло бы своим воздействием создать хвост и у Земли, подобно кометному. Сегодня эта мысль находит подтверждение при наблюдении натриевого хвоста у Меркурия [9], в результате действия ЭМИ Солнца.

6. В своей модели автор явно указал на общее вращательное движение всей туманности, обусловленное асимметрией движений относительно её центра. Его модель предсказывала естественным образом вращение всех планет в одну сторону. Солнце и планеты в его модели формировались совместно, причём планеты формируются из малых сгущений, не упавших на центральное сгущение. Кант явно допускал различные наклонения орбит больших планет. Все эти предположения согласуются с современными представлениями КСС.

7. Кометы в его модели – это всего лишь небольшие комки из ЭС в первичной туманности, далекие от её экватора. Последний тезис находится в полном согласии с современными представлениями о происхождении комет в СС [4].

8. Кроме того, в модели Канта просматриваются гениальные идеи о множественности во Вселенной упорядоченных тяготением планетарных систем, подобных СС, об их групповом формировании, которые находят подтверждение в современных представлениях о рождении звезд [10] и в большом количестве уже открытых экзопланетных систем (на начало октября 2024 года достоверно подтверждено существование 7347 экзопланет в 5031 планетных системах, из которых в 1020 имеется более одной планеты).

К недостаткам данной модели стоит отнести тот факт, что все свои обоснования Кант выполнял лишь на качественном уровне. У Канта явно не указано на постепенное сокращение объёма всей туманности, на формирование колец в протопланетной туманности – характерной особенности гипотезы Лапласа. Происхождение колец Сатурна он объяснял рассеянием атмосферы самой планеты.

2. Модель горячей первичной туманности Лапласа

В 1796 г. известный математик и астроном Пьер-Симон Лаплас (1749-1827) в работе «Изложение системы мира» [11] наглядно представил картину *ньютонической гравитирующей Вселенной*. Опираясь на идеи И. Канта и В. Гершеля, Лаплас в первом варианте своей гипотезы предполагал возникновение в едином процессе Солнца и планет из первичной туманности. В отличие от модели Канта, здесь исходная протопланетная туманность была горячей и вращающейся изначально. По мнению Лапласа, система планет и их спутников сформировалась из первоначального облака горячего разреженного газа, в центральной и наиболее плотной части которого образовалось Солнце. Здесь процесс формирования был чисто механическим, поскольку полностью управлялся действием сил всемирного тяготения. При последующем охлаждении и сжатии туманности от неё постепенно отслаивались в экваториальной плоскости газовые кольца. Процесс отслаивания кольца обосновывался математически, посредством баланса между центробежной силой и силой тяготения, действующих на пробный элемент на внешнем краю туманности при её сжатии. На фоне постоянного вращения и непрерывного сжатия основной части туманности и, как следствие, формирования новых колец, в результате её ротационной неустойчивости, в каждом из них, по мнению Лапласа, вещество стягивалось к случайной наиболее плотной части, образуя планету. Возникновение спутников представлялось аналогичным образом.

Данная модель также была не лишена недостатков [12]. Например, позже было строго математически доказана невозможность сгущения газовых колец в планеты, поскольку ему противостояла диффузия. Главной уязвимостью гипотезы Лапласа стала её неспособность объяснить *проблему распределения момента количества движения* (МКД) в СС. Суть проблемы в том, что МКД – величина, пропорциональная массе тела. Масса Солнца составляет более 99,87% от суммарной массы всей СС. Казалось, подобный процент МКД СС должен приходиться на Солнце, но в действительности Солнце несет лишь 2%, а планеты 98% от данной величины всей СС.

3. Вихревая небулярная модель Фая

В 1884 году Э. Фай сформулировал *вихревую небулярную гипотезу* образования СС. Суть гипотезы – образование СС из плавно вращающегося облака раскаленных частиц (телец) с изменяющимся характером зависимости силы притяжения от гелиоцентрического расстояния. Согласно гипотезе Фая, материя во Вселенной изначально представляла собой хаотически расплывленные в пространстве частицы, подобные современным метеороидам и частицам космической пыли, наделённые не только взаимным тяготением,

но и беспорядочными движениями. Последние вместе формировали локальные вихри различных направлений вращательного движения, так что суммарный МКД всей рассматриваемой системы оставался равным нулю (этим был устранен недостаток гипотезы Лапласа). Такие частицы испытывали неупругие столкновения, а следовательно часть их механической энергии переходила в их внутреннюю энергию, сопровождаясь повышением их температуры [13].

Формирование планет и их спутников, по Файю, происходило из вторичных вихрей, возникших в спиралевидных ветвях первичных вихрей, которые, по его мнению, постепенно превращались в полностью оторвавшиеся кольца. Часть материи втягивалась в центр основного вихря и образовало центральное сгущение, которое от сжатия разогрелось, превратившись в звезду – Солнце. В силу "медлительности" процесса сжатия первичного сгущения, Солнце образовалось гораздо позднее планет (особенно внутренних, наиболее старых). В плотном облаке, вплоть до орбиты Сатурна сила притяжения была пропорциональна расстоянию до его центра, что сегодня подтверждается теоремой Гаусса. Здесь сформировались планеты с прямым вращением. Уран и Нептун оказались за пределами облака, где сила притяжения подчинялась уже закону обратных квадратов. Поэтому эти две планеты должны были иметь обратное вращение и сформировались последними из классических планет.

К «сильным сторонам» модели Фая можно отнести её "способность" к обоснованию: а) распределения эксцентриситетов планетных орбит, б) естественного образования комет (у Лапласа они считались чуждыми "пришельцами"), в) обратного вращения Урана и др [12]. К «слабым сторонам» его модели можно отнести а) ложный прогноз об обратном вращении Нептуна – в действительности, он имеет прямое направление вращения; б) ошибочное суждение о гравитационном сжатии Солнца, как о единственным и основным источнике его энергии на протяжении миллиардов лет существования СС; в) гипотеза Фая менее удовлетворительно объясняла образование колец, чем гипотеза Лапласа.

Далее рассмотрим две наиболее интересных катастрофических гипотезы возникновения СС.

4. Планетезимальная модель Молтона и Чамберлина

В 1900 г. новую планетезимальную гипотезу происхождения СС выдвинули в США геолог и астроном Чамберлин Т. К. (1843-1928) и астроном-теоретик Молтон Ф. Р. (1872-1952). К концу XIX в. в КСС всё ещё рассматривалась в качестве основной модели классическая небулярная планетная модель Лапласа, однако её главная проблема распределения МКД в СС не находила здесь решения. Именно её попытались устранить эти ученые.

Согласно новой гипотезе, планеты возник-

ли из вещества самого Солнца в результате выброса из его тела двух массивных «струй» (джетов) солнечного вещества, порожденных сильным приливным действием звезды, прошедшей в малой окрестности Солнца (одиночной звезды, не имевшей на тот момент планетной системы). Газовые джеты, получив от другой звезды часть её МКД, изначально закручивались вокруг Солнца в спирали. По мере расширения и быстрого охлаждения солнечного газа, последний испытал фазовый переход в рой мелких твёрдых сгустков – «планетезималей». Последние стали падать обратно на Солнце. Однако располагая тангенциальной скоростью, они приобретали эллиптическое движение вокруг центрального светила. Далее всё шло, по сценариям гипотез Канта и Лапласа: образование планет и спутников в результате конденсации вокруг случайных сгущений – но не из частиц газа или пыли, а из *планетезималей*.

Данная модель получила немало критики [12] в свой адрес: в частности, в то время была известна лишь одна планетная система, а значит образование таковых – крайне редкое и маловероятное событие. Кроме того, вероятность сближения Солнца и массивной звезды-возмутителя также крайне маловероятное событие в Галактике. Утверждение нового, очень длительного процесса постепенного слипания планетезималей при неупругих столкновениях друг с другом также ставилось под сомнение современниками авторов.

В работе "Две солнечные семьи: дети Солнца" 1928 года Чамберлин попытался исправить первую версию своей модели, сделав допущение, что планеты со спутниками, астероиды, кометы и метеороиды могли быть обломками планетоподобных тел, но не современной СС, а других, ранее существовавших на её месте планетных систем. Однако новое допущение не смогло исправить ряд слабых сторон модели.

5. Приливная модель Джинса и Джеффриса

Модель Чамберлина-Молтона получила своё развитие в 1916 г. в приливной модели английского астрофизика Дж. Джинса (1877-1946) и английского астронома Х. Джеффриса (1891-1989). Здесь Джинс решил вернуться к идее исходного горячего (расплавленного) состояния планет (в отличие от модели Молтона и Чамберлина). Согласно его расчётам, такие планеты могли образоваться непосредственно из джета ещё неостывшего солнечного вещества. Благодаря огромному авторитету Джинса, эти результаты, были восприняты как должное и долгое время не подвергались сомнению. Изначально казалось, что все главные трудности КСС того времени в новой модели нашли своё решение: проблема МКД, необходимость раскаленно-жидкой стадии планет (продолжительное время была общепринятой точка зрения, согласно которой указанная стадия была обязательной для всего тела планеты в начале её существова-

ния), наконец, сама возможность непосредственного формирования планет из вещества горячего газового джета под действием лишь гравитационных сил.

К сожалению, гипотеза Джинса-Джеффриса не устояла перед мощным напором критики [12]. Более строгие расчёты показали, что она не снимала проблему МКД СС, химический состав планет земной группы кардинально отличается от состава Солнца и не мог претерпеть существенных изменений в процессе выброса струи солнечной плазмы. Звезда-возмутительница должна быть очень массивной и должна была пройти мимо Солнца на скорости, много больше второй космической скорости Галактики в месте расположения СС, что приводит к почти невозможности такого события!

Невозможность разрешения ряда физических проблем в рамках катастрофических моделей СС, подтолкнуло большинство учёных вернуться к рассмотрению небулярных моделей её формирования.

Рождение современной и общепринятой теории – *Небулярно-дисковой Солнечной модели* традиционно ассоциируется [14] с циклом работ Сафронова В. С. – известного советского астронома. Его книга «Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет» [15] внесла значительный вклад в становление современной научной картины формирования СС. В этой книге были сформулированы практически все проблемы формирования СС и многие из них решены. Идеи Сафронова нашли своё развитие в работах Дж. Ветрелла – первооткрывателя скоротечной аккреции вещества. Небулярно-дисковая модель, изначально созданная для Солнечной системы, оказалась применимой и к другим планетарным системам Вселенной.

6. Современная модель возникновения и эволюции СС до наших дней

Согласно современной модели КСС, формирование СС началось около 4,6 млрд лет назад с гравитационного сжатия небольшой части гигантского межзвёздного молекулярного облака [16], масса которого не меньше 10^5 масс Солнца. Большая часть вещества сжимавшейся области испытала гравитационный коллапс с последующим образованием звезды – Солнца. Вещество, не попавшее в центральную часть этой области, образовало вращающийся вокруг неё протопланетный диск, из которого в дальнейшем сформировались планеты, их спутники, астероиды и другие малые тела СС.

Триггером гравитационного сжатия стало небольшое (спонтанное) уплотнение вещества газопылевого облака. Вероятнее всего, это было обусловлено прохождением сквозь вещество облака ударной волны от взрыва сверхновой. Последняя, названная не так давно Коатликуэ, была массивной звездой с массой не менее 30 солнечных масс, которая взорвалась не раньше 20 млн лет до начала формирования СС и была расположена на

расстоянии $5 \div 10$ пк от места будущего расположения Солнца [17]. На причастность вспышки Котатликуэ к гравитационному сжатию данной области указывают обнаруженные в телах метеоритов изотопы ^{26}Al и ^{60}Fe . Первый образуется в недрах массивных звёзд, а второй – лишь при взрывах сверхновых.

Время первичного сжатия данной области оценивается порядком $\mathcal{O}(10^7)$ лет). Первичное облако уже содержало не только водород и гелий, но и многочисленные тяжёлые элементы, оставшиеся от звёзд прежних поколений. Коллапсирующее облако должно было обладать некоторым ненулевым МКД, в силу асимметрии фронта ударной волны и распределения вещества в нём. В процессе гравитационного сжатия его размеры уменьшались, а угловая скорость его вращения увеличивалась, в силу закона сохранения МКД.

Под влиянием сил тяготения и центробежных сил темпы сжатия облака вдоль оси его вращения и перпендикулярно этому направлению различались, что привело к его сплющиванию и формированию характерного протопланетного диска в течение $\mathcal{O}(10^6)$ лет). В результате сжатия, росла плотность и интенсивность столкновений друг с другом частиц вещества. В силу частично упругих или абсолютно неупругих столкновений частиц, их механическая энергия переходила во внутреннюю. С ростом внутренней энергии вещества непрерывно росла и его температура. Наиболее сильный нагрев испытала центральная часть диска.

При достижении температурой величины $\mathcal{O}(10^3)$ К), центральная часть диска начала излучать значительный поток энергии в видимом диапазоне ЭМИ, что ознаменовало собой окончание формирования *протозвезды* – начальной стадии эволюции звезды, заключительный этап своего формирования перед возгоранием в её недрах термоядерного синтеза. Вещество облака продолжало падать на протозвезду, увеличивая давление и температуру в его центре. Внешние области диска оставались относительно холодными. В результате ротационной неустойчивости вещества диска и распространения в нём волновых процессов, здесь стали формироваться уплотнения – *кольца вещества повышенной плотности*, ставшие локальными гравитационными центрами формирования планет.

Спустя ещё 50 млн лет температура в центре протозвезды достигла величины $\mathcal{O}(10^7)$ К), а давление $\mathcal{O}(10^{10})$ атм). В центральной её части начались реакции термоядерного синтеза гелия из водорода. Протозвезда превратилась в обычную *звезду главной последовательности*. В периферийной части диска крупные сгустки вещества образовали планеты, вращающиеся вокруг центрального светила примерно в одной плоскости и в одном направлении. Во время рождения звезды (Солнца), последняя обладала значительной светимостью, что позволило вытолкнуть её световым

давлением всю пыль и газ из внутренней части СС (за орбиту Марса), занимаемой сегодня *планетами земной группы*.

Проблема МКД в СС решается сегодня путём его трансляции от Солнца к периферии в результате действия на неё магнитного поля центрального светила. На ранних этапах эволюции Солнца его магнитное поле было существенно более сильным и буквально было «вморожено» в вещество сжимающегося облака. Благодаря такой «сильной связи» на центральное светило оно оказывало постоянное тормозящее действие, а на периферию – ускоряющее. В результате такого механизма передачи МКД, его доминирующая часть «осела» на периферии и, главным образом, приходится на орбитальное движение планет, являющихся самыми массивными телами в СС после Солнца.

Внешняя часть СС на ранних этапах своей эволюции имела гораздо меньшие линейные размеры, нежели настоящая, а пояс Койпера располагался гораздо ближе к Солнцу. К концу эпохи формирования планет внутренняя часть СС, простирающаяся от Солнца вплоть до настоящего Главного пояса астероидов (ГПА, $0,0 \div 2,8$ а. е. от Солнца), содержала $50 \div 100$ протопланет, размеры которых были сопоставимы с размерами Луны и даже Марса. Строгие расчёты показывают, что дальнейший рост размеров несамосветящихся небесных тел был обусловлен лишь их столкновениями и слияниями между собой. Благодаря одному из таких столкновений Меркурий лишился большей части своей мантии [18]. В результате другого гигантского столкновения Земли с гипотетической планетой Тейя, сформировался единственный естественный спутник Земли – Луна. Эпоха гигантских столкновений, продолжительность которой оценивается порядком $\mathcal{O}(10^8)$ лет), шла до тех пор, пока на орбитах не осталось 4 массивных небесных тела, известных сегодня как *планеты земной группы* [19]. Трансформация изначально высоко эксцентричных орбит новорожденных планет в почти круговые могла произойти в результате интенсивного их взаимодействия со средней газопылевой диска.

Древний пояс астероидов (ДПА), являющийся предком сегодняшнего ГПА, содержал гораздо большее количество материи (его общая масса оценивается величиной $2 \div 3 \mathcal{M}_{\oplus}$, где \mathcal{M}_{\oplus} – масса Земли), нежели его настоящий потомок. Однако, плавное сближение Юпитера с Солнцем и, как следствие, усиление его возмущающего действия на движения малых тел в этой области, совместно с Сатурном, привело к потере большей части вещества этой области. Попадая в область резонансного воздействия планеты-гиганта при сближении с последней, планетезимали получали дополнительные ускорения, врезались в соседние небесные тела и дробились, вместо того чтобы плавно сливаться [20]. В результате этих

резонансов планетезимали меняли эксцентриситеты, наклонения своих орбит и даже выбрасывались за пределы ДПА [21,22]. Некоторые из массивных протопланет также были выброшены Юпитером за пределы ДПА, в то время как другие протопланеты, вероятно, мигрировали во внутреннюю часть СС, где сыграли финальную роль в увеличении массы нескольких оставшихся планет земного типа [21,23].

В настоящее время общая масса вещества ГПА оценивается значением $5 \cdot 10^{-4} \times M_{\oplus}$ [24]. Разрушение ДПА, вероятно, положило начало *периоду тяжёлой бомбардировки*, происходившему около 4 миллиардов лет назад, через 500÷600 млн лет после начала формирования СС. Продолжительность этого периода оценивается порядком $O(10^8)$ лет, а его последствия видны до сих пор в виде многочисленных ударных кратеров на поверхностях, например, Луны, Меркурия, Каллисто – геологически неактивных тел СС.

Ледяные гиганты СС (Уран и Нептун) сегодня располагаются в области, где наблюдается пониженная плотность вещества. Формирование данных планет на таких расстояниях (с учетом их больших орбитальных периодов) видится весьма маловероятным событием. Предполагается, что эти две планеты изначально сформировались на орбитах вблизи Юпитера и Сатурна, где имелось гораздо больше строительного материала, при этом Уран был дальше от Солнца, чем Нептун [25]. И только спустя сотни миллионов лет они мигрировали на свои современные позиции.

Около 4 миллиардов лет назад Юпитер и Сатурн вошли в орбитальный резонанс 2:1, т. е. сидерический период обращения Сатурна был в 2 раза больше соответствующего значения Юпитера. Это позволило им синхронизировать и усилить своё гравитационное действие на другие тела, расположенные в окрестности двух самых массивных планет СС. Именно это действие вывело Нептун за орбиту Урана и спровоцировало его столкновение с древним поясом Койпера. Благодаря механизму гравитационного маневра ледяные гиганты стали «швырять» окружающие их ледяные планетезимали во внутреннюю часть СС, в то время как сами стали отдаляться на периферию. Этот процесс был многоэтапным: при каждой встрече со всё более низкоорбитальной планетой планетезимали выбрасывались вовнутрь СС, при этом сами планеты отдалялись от Солнца [25]. Их сближение с Солнцем происходило лишь до встречи с Юпитером, который своей могучей гравитацией отправлял их на высокоэллиптические орбиты или даже выбрасывал их за пределы СС. Совершенная королём планет положительная работа приводила к уменьшению его полной механической энергии, и как следствие, к плавному его падению на Солнце. Объекты, выброшенные Юпитером на высокоэллиптические орбиты, сформировали облако Оорта, а тела, выброшенные мигрирующим Нептуном,

сформировали современный пояс Койпера и рассеянный диск [25]. Длительное взаимодействие с веществом рассеянного диска сделало орбиты Нептуна и Урана близкими к круговым.

Некоторые учёные сегодня развивают гипотезы о существовании ещё одной (пятой) планеты-гиганта, претерпевшей радикальную миграцию и вытолкнутой на ранних этапах эволюции Солнечной системы на её периферию (согласно [26], такой планетой является Тюхе – массивный газовый гигант с массой порядка юпитерианской; согласно [27], такой планетой может быть «Планета IX», которая по своей природе является либо ледяным гигантом, подобным Нептуну, с массой $(10 \div 15) \times M_{\oplus}$, либо являться суперземлёй с массой $(5 \div 10) \times M_{\oplus}$) или даже за её пределы (ставшей планетой-сиротой). Именно пятая планета-гигант силой своей гравитации вытолкнула Нептун с занимаемой им орбиты рядом с Юпитером и Сатурном 4 млрд лет назад на новое место, на окраину Солнечной системы, за орбиту Урана. Сама пятая планета-гигант была выброшена со своей исходной позиции (а, возможно, из Солнечной системы) навсегда самим Юпитером. Следует отметить, что гипотеза о «Планете IX» сегодня выглядит наиболее убедительной и математически обоснованной, была предложена [27] американскими астрофизиками Батыгиным К. и Брауном М. в 2016 году на основе анализа орбит 6 транснептуновых объектов. Эта гипотетическая планета может иметь большую полуось из интервала 400÷800 а. е., эксцентриситет – 0,2÷0,5, а сидерический период её обращения вокруг Солнца – 8,6÷22,6 тыс. лет [28,29].

Считается, что в отличие от внешних планет внутренние тела системы не претерпевали значительных миграций, поскольку после периода гигантских столкновений их орбиты оставались стабильными [19].

Естественные спутники образовались у большинства планет СС, а также и у других тел. Крупные спутники газовых гигантов сформировались из околопланетных дисков, а малые спутники с ретроградными орбитами были захвачены посредством гравитационного манёвра в тесном сближении. Возможно также их формирование из осколков столкновения, как это было в случае Луны. Предполагается, что Луна является результатом гравитационной «конденсации» осколков, оставшихся после «гигантского столкновения» Земли и Тейи – планеты, схожей по размерам и массе с Марсом.

7. Современная модель будущего СС

Не менее важным является вопрос будущего СС. Её эволюция в будущем во многом определяется эволюцией Солнца. Согласно [30], в течение последующих 4,8÷6,5 млрд лет Солнце будет сжигать остатки водорода в своём ядре, его внешняя оболочка будет расширяться, а ядро – сжиматься и нагреваться.

Спустя 7,2 млрд лет от настоящего момен-

та Солнце перейдёт в стадию оранжевого субгиганта. Его диаметр и светимость увеличатся, а эффективная температура поверхности упадёт. Затем Солнце окончательно потеряет все характерные черты звезды главной последовательности и начнёт плавно превращаться в красного гиганта. Через $7,6 \div 7,8$ млрд лет начнётся процесс горения водорода в окружающей ядро Солнца оболочке. Солнце окончательно перейдёт в фазу красного гиганта и к этому моменту уже потеряет значительную часть своей настоящей массы (в силу значительных потоков солнечного ветра), а его расширяющиеся внешние слои накроют современные орбиты Меркурия, Венеры и Земли [31]. Заключительная стадия пребывания Солнца в фазе красного гиганта ознаменуется мощными пульсациями поверхностных слоёв звезды, которые, в конечном счёте, приведут к срыву его внешней оболочки и образованию из неё расширяющейся планетарной туманности. В центре этой туманности останется сформированный из ядра Солнца белый карлик, очень горячий и плотный объект, размером с Землю, который в течение многих миллиардов лет будет постепенно остывать и угасать. Таким образом, вся история эволюции Солнца займёт период времени 12,4 млрд лет.

В ходе эволюции Солнца изменятся физические свойства и орбиты тел внутренней части СС. Так, Меркурий и Венера на стадии красного гиганта будут поглощены поверхностными слоями Солнца и перестанут существовать. Мнения учёных относительно судьбы Земли расходятся, поэтому существует несколько гипотез её эволюции. Согласно одной из них, наша планета за счёт потери Солнцем значительной массы, перейдёт на более далёкую орбиту (с большой полуосью 8,27 а. е. и эксцентриситетом 0,881) и избежит поглощения атмосферой Солнца – красного гиганта [32]. Если данный сценарий будет иметь место, то с переходом Солнца в фазу белого карлика, поверхность Земли будет холодной (температура ниже 70 К), а освещённость, создаваемая Солнцем, станет существенно низкой. Сторонники другой гипотезы утверждают [33], что под действием приливных сил, планета будет захвачена конвективной оболочкой Солнца (на стадии красного гиганта) и прекратит своё существование. Марс и все крупные астероиды главного пояса покинут СС [32], в связи с большими потерями массы Солнца и, как следствие, невозможностью их удержания ослабевшем гравитационным полем.

На стадии белого карлика (спустя 7,80 млрд лет) во внешней части СС останутся лишь четыре планеты-гиганта, большие полуоси которых будут больше настоящих в $7 \div 20$ раз (!) и несколько транснептуновых объектов, например, Кварвар и Варуна [34]. Все представленные выше прогнозы [32,33,34] для орбит тел СС следует рассматривать лишь как возможные тенденции развития будущего СС, поскольку они получены в приближении

единственного силового центра (Солнца). Однако количественный анализ эволюции орбиты любого тела СС на больших промежутках времени должен выполняться на основе решения задачи многих тел. Решение последней с приемлемой точностью зависит от точного задания начальных условий, используемой модели гравитации, учёта приливных, деформационных и негравитационных эффектов и на больших временных интервалах (превосходящих $20 \div 230$ млн лет), в принципе, не может быть получено [35,36].

Через 4,5 млрд лет Млечный Путь столкнётся [37] со сближающейся уже сегодня со скоростью 120 км/с [38] галактикой Андромедой. Это событие несёт некоторые последствия для самой СС. В частности, не исключено, что во время столкновения СС будет целиком выброшена из новой галактики (Млекомеда) и станет странствующим межгалактическим объектом. Это не вызовет значительных негативных последствий для Солнечной системы, за исключением постепенного исчезновения звёздного неба. Вероятность вылета СС из диска Млечного Пути во время первого этапа столкновения сегодня оценивается в 12%, а вероятность захвата Андромедой в 3% [39]. К тому времени гораздо большее значение для СС будет иметь эволюция Солнца.

Если Вселенная не закончит своё существование в виде Большого сжатия или Большого разрыва [40], а СС останется в пределах Млекомеда, то согласно строгим расчётам [41], СС будет полностью разрушена приливными силами пролетающих мимо звёзд за 10^{15} лет. Несмотря на это, Солнце, планеты и малые тела СС продолжают своё существование, двигаясь отдельно в теле Млекомеда.

8. Заключение

В настоящей работе, а также в серии предшествующих работ [2,40,42], предпринята попытка воссоздать последовательный обзор эволюции представлений лучших мыслителей различных эпох истории человечества, как о всей Вселенной в целом, так и о её малой составляющей – Солнечной системе. Автором приняты в рассмотрение все наиболее значимые (с позиции автора) точки зрения о Вселенной и СС, их модели, датируемые периодом: IV тысячелетие до н. э. – по XX столетие н. э., в том числе и современные (третья декада XXI в.) научно обоснованные модели прошлого и будущего Вселенной и СС. Из рассмотренных примеров следует, что 1) каждая историческая эпоха со своим уровнем технического прогресса, развития теории и парадигмами задаёт определённые рамки для возможностей поиска новых идей, построения новых моделей и проведения экспериментов её лучшими интеллектуалами и практиками, за пределы которых выйти фактически невозможно; 2) однако, каждая эпоха знаменита своими "пророками которые высказывали гениальные идеи и догадки, опережающие основной ход

эволюции представлений человечества о Вселенной и СС на десятки, сотни и даже тысячи лет! 3) С течением времени растёт население Земли, следовательно, и количество великих мыслителей, а значит увеличивается количество новых прорывных идей (и темпы самой эволюции!), ведущих к новым горизонтам познания современной науки. За последние 120 лет в астрономии (космологии, космогонии СС) проделан такой объём работ, который значительно превосходит объём всех работ предшествующих эпох и это не может не радовать! Эти годы нам дали очень много как в науке, технике, так и в отношении качества жизни человека, уровня его комфорта. Они сильно поменяли мировоззрение человека, его отношение к знаниям, образованию, к вере в Бога. Это вселяет надежду на решение многих актуальных и "неберущихся" сегодня проблем (например, проблемы сингулярности Большого взрыва или космологической константы) этих наук в будущем одарёнными умами следующих поколений человеческого рода. Но "эти умы" должны помнить и осознавать одну важную истину: поиск новых результативных идей и решений, принципиально невозможен без знания результатов предшественников, без осмысления истории их достижений, взлётов и падений в поисках истины, тех жертв, на которые они себя отдали ради нас, потомков, живущих в третьем тысячелетии!

Литература

1. Montmerle T., Augereau J.-Ch., Chaussidon M. et al. Solar System Formation and Early Evolution: the First 100 Million Years. – *Earth, Moon, and Planets*. – 2006. – V.98. – P. 39-95.
2. Филиппов Ю. П. Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. Часть II. Космологические модели XVI-XIX ВВ. – *Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета*. – 2023. – №2(23). – С. 30-38.
3. Woolfson M. M. Solar System – its origin and evolution. – *Q. J. R. Astr. Soc.* – 1993. – V.34. – P. 1-20.
4. Кононович Э. В., Мороз В. И. *Общий курс астрономии*. – М.: УРСС, 2022. – 544 с.
5. Сурдин В. Г., Архипова В. П., Блинные С. И. *Звёзды*. – Физматлит, 2023. – 436 с.
6. Филиппов Ю. П., Снеткова Ю. А. Расчёт альбедо, температуры, механического потенциала светового давления для сферической частицы пылевого хвоста кометы. – Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Проблемы фундаментальной физики XXI века». – Самара: "Универс-групп 2005". – С.95–96.
7. Филиппов Ю. П., Снеткова Ю. А. Расчёт силы давления плазмы солнечного ветра для сферической частицы водного льда. – Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Концепции симметрии и фундаментальных полей в квантовой физике XXI века». – Самара: "Универс-групп 2005". – С. 76-78.
8. Kempf S., Altobelli N., Schmidt J., Cuzzi J. N. et al. Micrometeoroid infall onto Saturn's rings constrains their age to no more than a few hundred million years. – *Science Advances*. – 2023. – 9. – eadf8537.
9. Potter A. E., Killen R. M., Observations of the sodium tail of Mercury. – *Icarus*. – 2008. – V.194. – 1. – P. 1-12.
10. Сурдин В. Г. *Рождение звёзд*. – М.: Эдиториал УРСС. – 2001. – 264 с.
11. Лаплас П.-С. (1749-1827). *Изложение системы мира*. – Ленинград: Наука. – 1982. – 374 с.
12. Еремеева А. И., Цицин Ф. А. *История астрономии*. – М: МГУ, 1989. – 348 с.
13. Серафимов В. В. Фай, Эрве-Огюст-Этьен-Альбан// *Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона в 86 т.* – СПб: издат. общество «Ф. А. Брокгауз-И. А. Ефрон», 1890–1907.
14. Wetherill G. W. Leonard Medal Citation for Victor Sergeevich Safronov. – *Meteoritics*. – 1989. – V.24. – P. 347.
15. Сафронов В. С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет. – М.: Наука, 1969. – 244 с.
16. Бойл Р. Тайная жизнь Солнца. – В мире науки. – 2018. – №8-9. – С. 4-13.
17. Gounelle M. and Meynet G. Solar system genealogy revealed by extinct short-lived radionuclides in meteorites. – *Astronomy & Astrophysics*. – 2012. – V.545. – A4. – 9 p.
18. Solomon S. C. Mercury: the enigmatic innermost planet. – *Earth and Planetary Science Letters journal*. – 2003. – V.216. – P. 441-455.
19. Douglas N. C. Lin. The Genesis of Planets. – *Scientific American*. Springer Nature. – 2008. – V.298. – №5. – P. 50-59.
20. Edgar R., Artymowicz P. Pumping of a Planetesimal Disc by a Rapidly Migrating Planet. – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2004. – V.354. – P. 769-772.
21. Bottke W. F., Durda D. D., Nesvorný D. et

- al. Linking the collisional history of the main asteroid belt to its dynamical excitation and depletion. – *Icarus*. – 2005. – V.179. – P. 63-94.
22. O'Brien D., Morbidelli A., Bottke W. F. The primordial excitation and clearing of the asteroid belt. – *Icarus*. – 2007. – V.191. – P. 434-452.
23. Raymond S. N., Quinn T., Lunine J. I. High-resolution simulations of the final assembly of Earth-like planets 2: water delivery and planetary habitability. – *Astrobiology*. – 2007. – V.7. – №1. – P. 66-84.
24. Krasinsky G. A., Pitjeva E. V., Vasilyev M. V., Yagudina E. I. Hidden Mass in the Asteroid Belt. – *Icarus*. – 2002. – V.158. – №1. – P. 98-105.
25. Levison H. F., Morbidelli A., Laerhoven C. V. et al. Origin of the Structure of the Kuiper Belt during a Dynamical Instability in the Orbits of Uranus and Neptune. – *Icarus*. – 2007. – V.196. – P. 258.
26. Matese J. J., Whitmire D. P., Whitman P. G. Cometary evidence of a massive body in the outer Oort cloud. – *Icarus*. – 2011. – 2. – P. 926-938.
27. Batygin K., Brown M. Evidence for a distant giant planet in the solar system. – *The American Astronomical Letters*. – 2016. – V.151. – №2.
28. Batygin K., Brown M., Adams F. C., Becker J. C. The Planet Nine Hypothesis. – 2019. – *Physics Reports*. – 92 p.
29. Batygin K., Brown M. Injection of Inner Oort Cloud Objects Into the Distant Kuiper Belt by Planet Nine. – *The American Astronomical Letters*. – 2021 – V.910. – L.20.
30. Sackmann I.-J., Boothroyd A. I., Kraemer K. E. Our Sun. III. Present and Future. – *Astrophysical Journal*. – 1993. – V.418. – P. 457-468.
31. Schroder K. P., Smith R. C. Distant future of the Sun and Earth revisited. – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2008. – V.386. – P. 155-163.
32. Филиппов Ю. П., Волгина М. М. Количественный анализ эволюции орбит планет земной группы и астероидов главного пояса в эпоху красного гиганта Солнца. – *Вестник молодых учёных и специалистов Самарского государственного университета*. – 2014. – №2(5). – С. 84-91.
33. Goldstein J. The fate of the Earth in the red giant envelope of the Sun. – *Astronomy and Astrophysics*. – 1987. – V.178. – P. 283-285.
34. Филиппов Ю. П., Пивоваров П. С. Количественный анализ эволюции орбит планет-гигантов и транснептуновых объектов в эпоху красного гиганта Солнца. – *Вестник молодых учёных и специалистов Самарского государственного университета*. – 2015. – №2(7). – С. 7-16.
35. Hayes W. B. Is the outer Solar System chaotic?. – *Nature Physics*. – 2007. – V.3. – P. 689–691.
36. Sussman G. J., Wisdom J. Numerical evidence that the motion of Pluto is chaotic. – *Science*. – 1988. – V.241. – №4864. – P. 433-437.
37. Cox T. J., Loeb A. The Collision Between The Milky Way And Andromeda. – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2008. – V.386. – P. 461-474.
38. van der Marel R. P., Fardal M. A., Sohn S. T., Patel E., Besla G. First Gaia Dynamics of the Andromeda System: DR2 Proper Motions, Orbits, and Rotation of M31 and M33. – *The Astrophysical Journal*. – 2019. – V.872. – P. 24.
39. Fraser C. When Our Galaxy Smashes Into Andromeda, What Happens to the Sun? – *Universe Today*. – URL: <https://www.universetoday.com/1604/when-our-galaxy-smashes-into-andromeda-what-happens-to-the-sun/>.
40. Филиппов Ю. П. Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. Часть III. Космологические модели XX-XXI вв. – *Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета*. – 2024. – №1(24). – С. 30-39.
41. Dyson F. Time Without End: Physics and Biology in an open universe. – *Reviews of Modern Physics*. – 1979. – V.51. – P. 447-460.
42. Филиппов Ю. П. Эволюция Вселенной от Большого взрыва до Большого разрыва или краткий экскурс в историю космологии и космогонии Солнечной системы: от древнейших времён до наших дней. Часть I. Космологические модели древнего мира. – *Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета*. – 2023. – №1(22). – С. 13-23.

**EVOLUTION OF THE UNIVERSE FROM THE BIG BANG
BEFORE THE BIG RIP OR A BRIEF EXCURSION
IN THE HISTORY OF COSMOLOGY AND SOLAR SYSTEM
COSMOGONY: FROM ANCIENT TIMES
TO THE PRESENT DAY. PART IV.
COSMOGONY OF THE SOLAR SYSTEM**

Ju. P. Philippov

This work continues a series of four articles, which are a brief excursion into the history cosmology and cosmogony of the Solar System, covering the time scale – from the most ancient times up to the present day. The release of this cycle is dedicated to the 135-th anniversary of the birth of the world-famous Russian scientist Fridman A. A., the founder of modern physical cosmology and the author of the first non-stationary model of the Universe. This article is devoted to an overview of the most significant examples of cosmogonic models of the Solar System (SS) of the XVIII-XXI centuries. In particular, the first nebular model of the origin and evolution of the SS by Kant is considered. Its strengths and weaknesses, and the key ideas embodied in modern cosmogonic models are noted. The nebular models of the hot primary nebula of Laplace and the vortex SS of Faye are also presented. The work also pays attention to catastrophic models of the origin and evolution of the SS: the planetesimal model of Moulton and Chamberlin, the tidal model of Jeans and Jeffreys. Using modern astrophysical data, the main shortcomings of these models are clearly indicated, and their unrealisticness is substantiated. A separate paragraph is devoted to the modern model of the origin and evolution of the SS up to the present day. In particular, the chronology of the main stages of the SS evolution in the past is presented. It also considers the current trends in the possible future of the SS and its composition. The final part of the work presents brief conclusions in the form of an epilogue.

Key words: cosmogony; Solar System; model; Sun; planet; Milky Way.

Статья поступила в редакцию 31.10.2024.

© Philippov Ju. P. 2024.
Philippov Jury Petrovich,
(filippov.yur@ssau.ru),
associate professor of General and
Theoretical Physics Department of the
Samara University,
443086, Russia, Samara, Moscovskoye shosse, 34.

УДК 521.1 : 52-17 : 523.4

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ. РАСЧЁТ СКОРОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ГРАВИТАЦИОННЫМ СЖАТИЕМ

Ю. П. Филиппов, В. А. Пашина

В настоящей работе представлен краткий обзор основных свойств планет-гигантов. Отдельный параграф посвящён строгому математическому доказательству существования источников внутренней энергии у планет-гигантов. Предложена оригинальная методика определения в атмосфере планеты положения поверхности баланса её энергий. На примере Земли показано, что такая поверхность располагается в малой окрестности точки тропосферы, где достигается среднее значение её температуры в диапазоне давлений $0,1 \div 1,0$ атм. Строго математически доказано существование, как минимум, у трёх планет-гигантов (Юпитера, Сатурна, Нептуна) источников внутренней энергии, мощность которых сравнима или даже превосходит полную мощность электромагнитного излучения, получаемого ими от Солнца. Выполнен расчёт значений мощностей источников внутренней энергии данных планет и их долей от мощности солнечного излучения. Показано, что самым мощным источником обладает Юпитер $(4,284^{+0,685}_{-0,792}) \cdot 10^{17}$ Вт, что составляет $56,77^{+15,66\%}_{-14,90\%}$ от мощности солнечного излучения. Самым высоким значением ($124,6^{+23,97\%}_{-22,75\%}$) искомой доли обладает Сатурн. Рассмотрены четыре возможных источника внутренней энергии массивного тела. Продемонстрировано, что в случае Юпитера и Сатурна основным источником внутренней энергии может быть лишь гравитационное сжатие. В случае ледяных гигантов таким источником могут быть также радиоактивные распады тяжелых элементов в их ядрах. Выполнен расчёт настоящих значений скоростей изменения радиусов планет и других их характеристик, обусловленных их двумя возможными источниками. Показано, что в настоящее время при определенных условиях тела ледяных гигантов могут испытывать не только сжатие, но и даже расширение!

Ключевые слова: Планета-гигант; гравитационное сжатие; внутренняя энергия; радиоактивный распад; скорость изменения физической величины.

Введение

Актуальность работы. Планета Земля – единственное небесное тело, на котором достоверно существует жизнь, в том числе и разумная. В настоящее время на Земле проживает 8,1 миллиардов человек, активно использующих её ресурсы. Последние неминуемо уменьшаются в своих количествах, и некоторые из них близки к

своему полному исчерпанию. Некоторые полезные вещества не подлежат восстановлению, и им не найти замену на Земле. Данный факт порождает *фундаментальную проблему исчерпаемости природных ресурсов Земли*. Например, редкоземельные элементы и драгоценные металлы являются материальной основой для современного производства микроэлектроники и медицинского оборудования. Их добыча производится высокими темпами лишь в нескольких странах мира, которые и формируют мировой рынок сбыта этих материалов. Интенсивная добыча данных ресурсов ведёт к скорому исчерпанию этих материалов в земной коре, что неминуемо породит глобальный кризис в данных отраслях производства [1].

XIX-XXI вв. – это время, в течение которого человечество активно использует углеводородные энергоресурсы (нефть, природный газ, уголь) в качестве основного источника энергии в своей жизнедеятельности. Однако и эти вещества при-

© Филиппов Ю. П., Пашина В. А., 2024.

Филиппов Юрий Петрович,

(filippov.yur@ssau.ru),

доцент кафедры общей и теоретической физики

Самарского университета,

443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34;

Пашина Виктория Андреевна,

(pashina.vikulya@gmail.com),

ученица 10-го класса ГАОУ СО «СамЛИТ

(Базовая школа РАН)»,

443096, Россия, г. Самара, ул. Больничная, 14а.

сутствуют в земной коре в ограниченном количестве. Так, согласно оценкам [2, 3], при текущих темпах добычи, запасов природных ресурсов человечеству хватит ненадолго: нефти – лишь на ближайшие 50 лет, природного газа – на 60 лет, а каменного угля – на 270 лет. Исчерпание газа и нефти уже в XXI в. породит самый тяжёлый энергетический кризис в мировой истории. Уже сейчас человечество столкнулось с *фундаментальной проблемой нехватки энергоресурсов в жизнедеятельности человека*. Согласно данным [4, 5], ежегодно суммарное потребление энергии возрастает приблизительно на 2% и к концу 2023 года составляло $6,15 \cdot 10^{20}$ Дж, что требует введения в эксплуатацию новых источников энергии. На первый взгляд, перспективным источником энергии видится энергия атомных электростанций. Однако работа этих станций основана на использовании обогащённого урана, запасы которого в природе также сильно ограничены, кроме того, острой экологической проблемой является проблема утилизации радиоактивных отходов атомных реакторов. Согласно современным оценкам [6], в будущем энергетические потребности человечества не смогут обеспечить даже в совокупности все перспективные и экологически чистые источники энергии – электростанции, работа которых основана на использовании энергии солнечного света, атмосферного ветра, морских и океанических приливов и геотермальных источников. Таким образом, указанная проблема с каждым годом будет становиться всё более острой и требовать неотложного решения.

С древнейших времён человечество задавалось *вопросом существования внеземной жизни*. На протяжении нескольких тысячелетий люди стремились найти прямые или косвенные признаки её существования в космосе. В настоящее время многие астрономы уверены, что её обнаружение – это лишь вопрос времени [7]. Сегодня основным подходом к обнаружению внеземной жизни является её детектирование в ближнем или дальнем космосе с помощью наблюдений. Учёные прежде всего обращают своё внимание на присутствие физических условий для существования форм жизни, подобных земным. Для существования жизни на основе углерода принципиально необходимы, как минимум, молекулярный кислород и жидкая вода. В связи с этим особое внимание привлёк к себе спутник Юпитера – Европа. Было достоверно установлено [8, 9], что вся поверхность спутника представляет собой сплошную кору из водяного льда толщиной $10 \div 30$ км, под которой находится океан жидкой воды, глубина которого может достигать 100 км и более. Согласно оценкам специалистов [10], этот океан может содержать достаточное для жизнедеятельности внеземных организмов количество молекулярного кислорода. Кроме того, у спутника обнаружена разреженная атмосфера, главным компонентом которой является молекулярный кислород [11]. Таким образом, Ев-

ропа является одним из немногих небесных тел Солнечной системы, где вероятность обнаружения внеземной жизни является относительно высокой. Данный пример является наглядным доказательством того факта, что исследования природы планет-гигантов и их спутников позволяют построить эффективную стратегию поиска внеземной жизни в Солнечной системе.

Согласно современным моделям эволюции Солнца [12] и земной атмосферы [13], условия для существования жизни на Земле с течением времени будут ухудшаться. В частности, светимость Солнца, в результате плавного разогрева его недр, будет увеличиваться на 10% каждые 1 млрд лет. Это приведет к неминусемому повышению температуры поверхности Земли, что будет сопровождаться более интенсивным испарением воды, образованием сплошного облачного покрова. Этот процесс может быть ускорен парниковыми газами земной атмосферы, количество которых с каждым годом увеличивается высокими темпами. При средней температуре поверхности Земли, превышающей 45°C , длительное пребывание человека на поверхности Земли без специальной защиты станет невозможным, поскольку при данной температуре белки его мышечных тканей активно разрушаются. При температуре 56°C станет возможным полное испарение всех океанов на Земле, что грозит вымиранием большинства земных организмов. По самым оптимистичным оценкам [14], жизни на Земле отпущено не более 800 млн лет! Кроме того, современные расчёты [15] показывают, что тело нашей планеты будет поглощено атмосферой Солнца на стадии красного гиганта и впоследствии уничтожено через 6 млрд лет. Эти факты явно указывают на *фундаментальную проблему поиска новых мест поселения человечества*. Численное моделирование показывает, что весьма комфортные условия на протяжении нескольких сотен миллионов лет могут установиться на поверхности Тритона, крупнейшего спутника Нептуна. Исследования природы Нептуна и его крупнейшего спутника позволят специалистам более точно подойти к оценке возможности переселения человека на поверхность данного спутника.

Выше обозначенный комплекс фундаментальных проблем будущим поколениям людей придётся решать совместно, комплексно в силу их тесной взаимосвязи. Фокус их внимания при решении этих проблем, очевидно, будет сосредоточен на спутниках планет-гигантов. Добыча полезных ископаемых и поиск внеземной жизни возможны лишь в результате активного освоения этих спутников человеком. Это потребует использования мощных источников энергии. Энергия электромагнитного излучения Солнца видится малоперспективной, в силу значительной удалённости планет-гигантов от Солнца. Современные исследования показывают [16], что все планеты-гиганты обладают мощными источниками внутренней

Таблица 1

Значения основных параметров планет земной группы и планет-гигантов

| Планета | r_p , а.е. | \mathfrak{R}_e , км | \mathfrak{R}_p , км | k , $\times 10^{-3}$ | T_p , сут | \mathfrak{M}_p , кг | ρ_p , кг/м ³ |
|----------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|
| Меркурий | 0,3871 | 2440,5 | 2438,3 | 0,902 | 58,785 | $3,301 \cdot 10^{23}$ | 5426 |
| Венера | 0,7233 | 6051,8 | 6051,8 | 0,000 | 243,69 | $4,867 \cdot 10^{24}$ | 5243 |
| Земля | 1,000 | 6378,1 | 6356,8 | 3,364 | 0,9973 | $5,972 \cdot 10^{24}$ | 5513 |
| Марс | 1,5237 | 3396,2 | 3376,2 | 5,924 | 1,0260 | $6,417 \cdot 10^{23}$ | 3934 |
| Юпитер | 5,2028 | 71492 | 66854 | 69,375 | 0,4135 | $1,898 \cdot 10^{27}$ | 1326 |
| Сатурн | 9,5388 | 60268 | 54364 | 108,60 | 0,4440 | $5,683 \cdot 10^{26}$ | 687 |
| Уран | 19,191 | 25559 | 24973 | 23,465 | 0,7183 | $8,681 \cdot 10^{25}$ | 1270 |
| Нептун | 30,061 | 24764 | 24341 | 17,378 | 0,6713 | $1,024 \cdot 10^{26}$ | 1638 |

Пояснения: r_p – гелиоцентрическое расстояние планеты, \mathfrak{R}_e , \mathfrak{R}_p – экваториальный и полярный радиусы планеты, k – сжатие планеты, T_p – сидерический период вращения планеты вокруг своей оси, \mathfrak{M}_p – масса планеты, ρ_p – средняя массовая плотность.

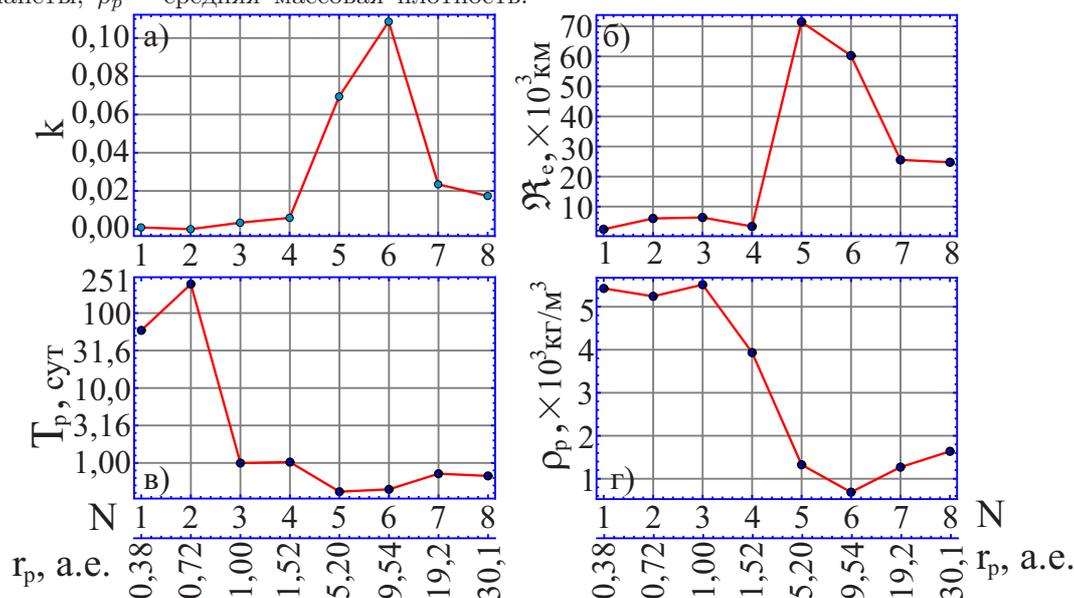


Рис. 1. К определению зависимости от порядкового номера планеты (N) и её гелиоцентрического расстояния (r_p): а) сжатия тела классической планеты k , б) её экваториального радиуса (\mathfrak{R}_e), в) сидерического периода обращения (T_p) планеты вокруг своей оси и г) её средней массовой плотности (ρ_p)

энергии. Использование последней может удовлетворить все энергетические потребности будущих космических миссий к данным спутникам.

В связи со сказанным, *главной целью настоящей работы* является выполнение количественного анализа основных характеристик возможных источников внутренней энергии в телах планет-гигантов. Определение настоящих значений скоростей изменения радиусов планет и других их характеристик. Важно отметить, что вопросы о существовании внутренних источников энергии в телах отдельных планет-гигантов неоднократно поднимались в работах предшественников (ссылки на которые будут представлены ниже), однако авторам настоящей работы неизвестно ни одной работы, в которой проводился бы сравнительный анализ мощностей источников внутренней энергии и потоков солнечного излучения сразу по всем планетам-гигантам и в рамках одной модели.

1. Обзор основных характеристик планет-гигантов

Планеты-гиганты обладают рядом схожих характеристик. Кратко рассмотрим их. Согласно

табл. 1, планеты данного класса обладают большими размерами – их радиусы характеризуются значениями $\mathcal{O}(10^4)$ км, в отличие от планет земной группы, где данный параметр принимает значения $\mathcal{O}(10^3)$ км (см. также рис. 1.б). Данный класс планет также отличается от планет земной группы большими значениями массы – $\mathcal{O}(10^{26} \div 10^{27})$ кг). Планеты-гиганты обладают малыми периодами вращения: на рис. 1.в) отчётливо виден провал в кривой зависимости периода осевого вращения от порядкового номера планеты, здесь данная величина принимает значения $0,4 \div 0,7$ сут. Быстрое вращение этих планет и большие размеры приводят к существенному сжатию их тел: на рис. 1.а) наблюдается большой "горб" в кривой зависимости сжатия планеты от порядкового номера, причём максимум этой кривой достигается в случае Сатурна. Из табл. 1 следует, что данный параметр здесь принимает значения в диапазоне $0,017 \div 0,109$. В заключение отметим, что планеты данного класса имеют низкие значения средней массовой плотности: на рис. 1.г) отчётливо ви-

ден провал кривой зависимости $\rho_p(N)$, причём минимум кривой достигается в случае Сатурна. Это объясняется как составом вещества планет (состоят в основном из газов), так и их большими размерами и быстрым вращением. Среди планет-гигантов выделяется Сатурн своей экстремально низкой плотностью и большим коэффициентом сжатия, что указывает явно на "рыхлую" структуру его тела. Указанные факты могут быть следствием планетарной катастрофы: в прошлом Сатурн мог испытать столкновение с массивным небесным телом, с последующим его погружением в тело Сатурна. Данное столкновение при определённых условиях могло способствовать расширению тела планеты, увеличению его сжатия и, как следствие, уменьшению плотности. Косвенным признаком такой катастрофы является массивная система колец, которая могла быть сформирована из осколков этого тела.

2. Доказательство существования источников внутренней энергии у планет-гигантов

Рассмотрим задачу об определении средней эффективной температуры верхней части атмосферы планеты-гиганта с целью строгого обоснования существования источника внутренней энергии в её недрах. Будем полагать, что планета располагается на гелиоцентрическом расстоянии r_p от Солнца. Согласно закону обратных квадратов, полная болометрическая интенсивность электромагнитного излучения (ЭМИ) Солнца может быть представлена в виде:

$$\mathcal{I} = \frac{L_\odot}{4\pi r_p^2} \text{ или } \mathcal{I} = f_\odot \left(\frac{a_\oplus}{r_p}\right)^2, \quad (2.1)$$

где $L_\odot = 3,827 \cdot 10^{26}$ Вт – болометрическая светимость Солнца, $f_\odot = L_\odot / (4\pi a_\oplus^2) = 1361$ Вт/м² – болометрическая солнечная постоянная, a_\oplus – большая полуось земной орбиты.

Плоский поток ЭМИ Солнца падает на планету-гигант в виде параллельного пучка световых лучей, следовательно, его можно представить в виде:

$$\Phi_{\text{fall}} = \mathcal{I} \pi \mathfrak{R}_p^2, \quad (2.2)$$

где \mathfrak{R}_p – средний радиус планеты-гиганта. С другой стороны, этот поток (с использованием закона сохранения энергии) можно представить в виде суммы двух потоков:

$$\Phi_{\text{fall}} = \Phi_{\text{sca}} + \Phi_{\text{abs}},$$

здесь Φ_{abs} – поток ЭМИ Солнца, поглощенного телом планеты; Φ_{sca} – поток ЭМИ Солнца, отброшенный (рассеянный) верхними слоями атмосферы планеты-гиганта. С использованием последнего результата, поток Φ_{abs} можно записать в виде:

$$\Phi_{\text{abs}} = \Phi_{\text{fall}} - \Phi_{\text{sca}} = (1 - A_S) \Phi_{\text{fall}}. \quad (2.3)$$

При записи последнего результата было учтено определение интегрального сферического альбеда:

$$A_S = \frac{\Phi_{\text{sca}}}{\Phi_{\text{fall}}},$$

Воспользуемся далее законом Стефана-Больцмана для абсолютно чёрного тела (АЧТ), при записи поверхностной светимости M :

$$M = \sigma T_{\text{eff}}^4,$$

здесь $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ – постоянная Стефана-Больцмана, T_{eff} – эффективная температура поверхности АЧТ. Следовательно, поток ЭМИ, испускаемого поверхностью планеты можно записать так:

$$\Phi_{\text{rad}} = 4\pi \mathfrak{R}_p^2 M = 4\pi \mathfrak{R}_p^2 \sigma T_{\text{eff}}^4. \quad (2.4)$$

Если полагать, что планета-гигант не имеет внутреннего источника энергии, то $\Phi_{\text{abs}} = \Phi_{\text{rad}}$ или

$$\frac{L_\odot(1 - A_S)\pi \mathfrak{R}_p^2}{4\pi r_p^2} = 4\pi \mathfrak{R}_p^2 \sigma T_{\text{eff}}^4, \Rightarrow$$

$$T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{\frac{L_\odot(1 - A_S)}{16\pi r_p^2 \sigma}}. \quad (2.5)$$

Последний результат можно представить через солнечную постоянную:

$$T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{\frac{f_\odot(1 - A_S)}{4\sigma}} \sqrt{\left(\frac{a_\oplus}{r_p}\right)}. \quad (2.6)$$

Заметим, что величина T_{eff} может изменяться в результате изменения 2-х феноменологических параметров: сферического альбеда A_S и гелиоцентрического расстояния r_p . Изменения параметра A_S могут быть обусловлены лишь изменениями в атмосфере планеты, например, в результате изменения площади облачного покрова и его состава. Изменения величины A_S носят главным образом нерегулярный и непредсказуемый характер и, как правило, невелики по значению, поэтому далее изменениями этого параметра будем пренебрегать. Изменения гелиоцентрического расстояния r_p являются, напротив, строго периодическими и обусловлены орбитальным движением планеты вокруг Солнца. Сама величина r_p принадлежит интервалу: $a_p(1 - \varepsilon_p) \leq r_p \leq a_p(1 + \varepsilon_p)$, где a_p, ε_p – большая полуось и эксцентриситет эллиптической орбиты планеты. Кроме того, $T_{\text{eff}}(r)$ является сильной гиперболической зависимостью. С учетом сказанного выше, можно определить среднее значение эффективной температуры поверхности планеты и величины её отклонения от среднего:

$$\bar{T}_{\text{eff}} = B \sqrt{\frac{a_\oplus}{a_p}}, \quad B = \sqrt[4]{\frac{f_\odot(1 - A_S)}{4\sigma}}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{eff}}^{(\text{max})} = B \sqrt{\frac{a_\oplus}{a_p(1 - \varepsilon_p)}}, \quad T_{\text{eff}}^{(\text{min})} = B \sqrt{\frac{a_\oplus}{a_p(1 + \varepsilon_p)}},$$

$$\Delta T_{\text{eff}}^{(\text{max})} = T_{\text{eff}}^{(\text{max})} - \bar{T}_{\text{eff}}, \quad \Delta T_{\text{eff}}^{(\text{min})} = \bar{T}_{\text{eff}} - T_{\text{eff}}^{(\text{min})}. \quad (2.8)$$

Выполним численный анализ полученных результатов для всех планет-гигантов. Значения больших полуосей (средних гелиоцентрических расстояний) и эксцентриситетов орбит планет-гигантов, их сферических альбеда и эффективных температур "поверхности" представлены в столбцах 2-5 табл. 2. В столбцах 6-7 той же таблицы представлены экспериментальные значения температуры атмосфер планет-гигантов на уровнях, где давление атмосферного газа принимает значения 1,0 бар и 0,1 бар соответственно.

Таблица 2

Основные параметры расчётов, определяющие значения эффективной температуры планет-гигантов, средних экспериментальных значений температуры их атмосфер

| Планета | a_p , а. е. | ε_p | A_S | \bar{T}_{eff} , К | $T_{\text{exp}}^{(1)}$, К | $T_{\text{exp}}^{(2)}$, К | $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)}$, К | $(\bar{T} + \Delta T_{\text{eff}}^{(\text{max})})_{\text{eff}}^{(BB)}$, К |
|---------|---------------|-----------------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| Юпитер | 5,204 | 0,0487 | 0,503 | 102,4 | 165,0 | 113,5 | 136,52 | $122,01_{-2,87}^{+3,08}$ |
| Сатурн | 9,573 | 0,0520 | 0,342 | 81,0 | 134,8 | 83,4 | 110,13 | $89,95_{-2,25}^{+2,43}$ |
| Уран | 19,165 | 0,0469 | 0,300 | 58,2 | 76,4 | 53,2 | 63,33 | $63,58_{-1,44}^{+1,55}$ |
| Нептун | 30,178 | 0,0097 | 0,290 | 46,5 | 71,5 | 51,8 | 60,40 | $50,66_{-0,24}^{+0,25}$ |

Пояснения: a_p – большая полуось эллиптической орбиты (среднее расстояние от Солнца) планеты-гиганта, A_S – её сферическое альbedo, T_{eff} – эффективная температура поверхности планеты, $T_{\text{exp}}^{(1)}$ – температура атмосферы планеты на уровне, где её давление равно 1,0 бар, $T_{\text{exp}}^{(2)}$ – температура атмосферы планеты на уровне, где её давление равно 0,1 бар, $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)}$ – среднее арифметическое значение модельно определённой температуры в интервале давлений 0,1÷1 бар, $T_{\text{eff}}^{(BB)}$ – эффективная температура поверхности планеты в приближении чёрного тела, полученная в отсутствие источников внутренней энергии с учётом эллиптичности её орбиты.

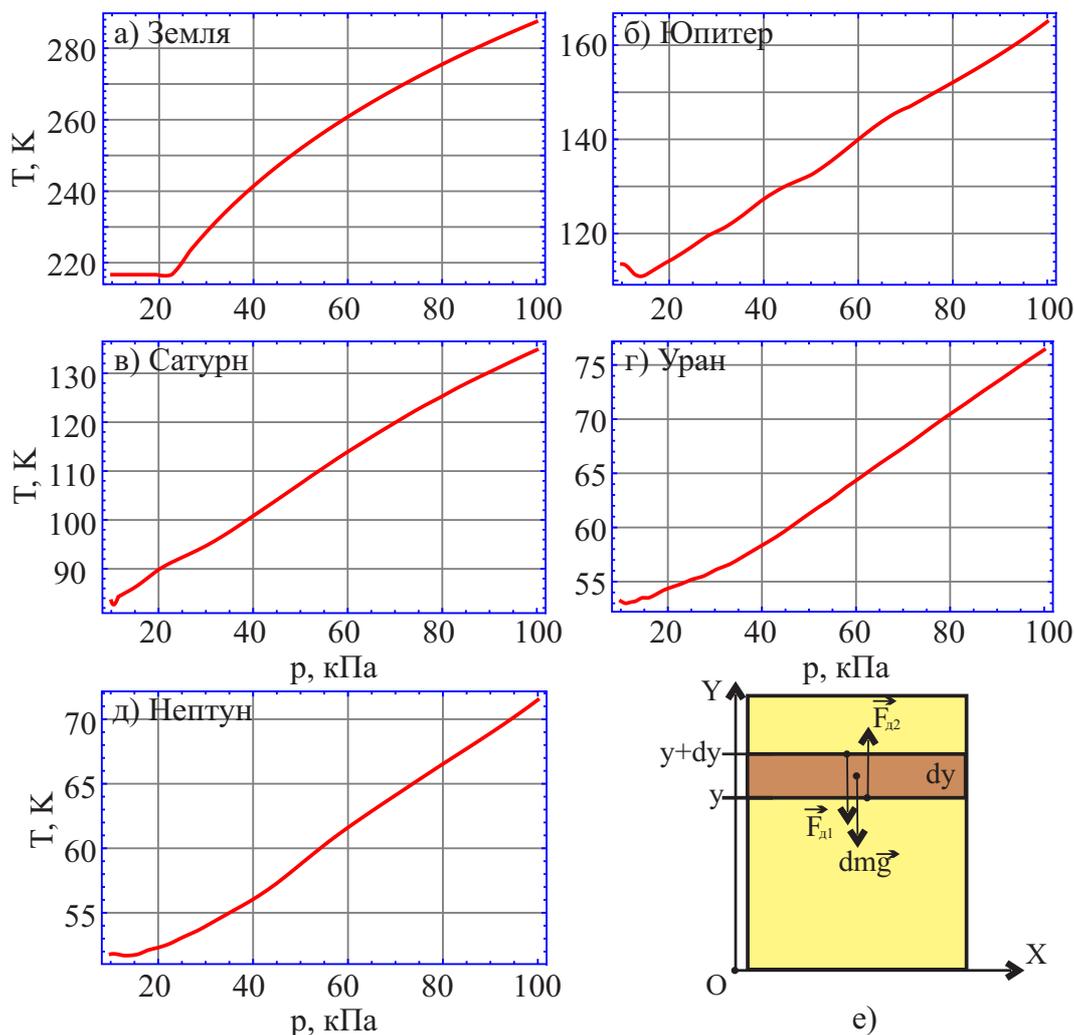


Рис. 2. К определению профилей зависимости модельно определённой температуры атмосферного газа от его давления в случае: а) Земли, б) Юпитера, в) Сатурна, г) Урана, д) Нептуна, – построенных на основе данных [19]; е) к определению бесконечно тонкого слоя в теле планеты-гиганта

Из сравнения значений температур очевидно, что в атмосферах всех рассматриваемых планет наблюдаются существенные перепады данного параметра, и потому неясно, какое значение температуры выбрать в качестве опорного для сравнения с теоретическим результатом. Это порождает проблему определения положения некоторой эф-

фективной "поверхности" в атмосфере планеты-гиганта, на которой значение температуры определяет полный поток излучения планеты. Решение данной проблемы рассмотрим на примере Земли.

С использованием формул (2.7)-(2.8) и значения интегрального сферического альbedo Земли $A_S^{(\oplus)} = 0,306$ [17], получаем численное значение

Численные результаты основных параметров источников внутренней энергии планет-гигантов

| Планета | $\Phi_{\text{fall}}, \times 10^{15}$ Вт | $P_{\text{int}}, \times 10^{15}$ Вт | $\bar{\eta}_{\text{new}}, \%$ | $\bar{\eta}_{\text{old}}, \%$ |
|---------|---|--|-------------------------------|--|
| Юпитер | $(7,546_{-0,685}^{+0,792}) \cdot 10^2$ | $(4,284_{-0,792}^{+0,685}) \cdot 10^2$ | $56,77_{-14,90}^{+15,66}$ | $53^{[20]}/60^{[21]}/66,8 \pm 8,5^{[22]}/113,2 \pm 5,1^{[23]}$ |
| Сатурн | $(1,529_{-0,147}^{+0,172}) \cdot 10^2$ | $(1,905_{-0,172}^{+0,147}) \cdot 10^2$ | $124,6_{-22,75}^{+23,97}$ | $78 \pm 9^{[24]}/148^{[25]}$ |
| Уран | $(7,430_{-0,651}^{+0,749})$ | $(-1,137_{-7,492}^{+6,508}) \cdot 10^{-1}$ | $(-1,531)_{-9,02}^{+9,43}$ | $6 \pm 8^{[26]}/0 \div 14^{[27]}$ |
| Нептун | $(2,830_{-0,054}^{+0,056})$ | $(2,887_{-0,056}^{+0,054})$ | $(102,0)_{-3,90}^{+3,94}$ | $161 \pm 28^{[28]}$ |

эффективной температуры поверхности Земли – $(\bar{T}_{-\Delta T(\text{min})}^{+\Delta T(\text{max})})^{(\oplus)}_{\text{eff}} = 254,0_{-2,1}^{+2,1}$ К. Земля обладает [18] столь малым внутренним источником энергии (средняя плотность теплового потока из недр Земли по земному шару составляет $(87 \pm 2) \cdot 10^{-3}$ Вт/м², что приблизительно в 5000 раз меньше солнечной постоянной или составляет 0,02% от значения последней константы), что в энергетическом балансе поверхности планеты им можно смело пренебречь. Согласно [17], средняя температура у поверхности планеты (где давление атмосферы составляет фактически 1 бар) равна $\bar{T}_{\text{exp}}^{(1)} = 288$ К, что существенно больше указанной выше температуры. Это расхождение объясняется явлением парникового эффекта в нижних слоях тропосферы (первые несколько км от Земли). На уровне, где давление атмосферы Земли составляет 0,1 бар, высота составляет 16,5 км, и значение температуры – 212 К. Последнее значение существенно ниже эффективного, что объясняется высокой разреженностью атмосферы на данной высоте и быстрым выходом излучения из этой области в космос. Согласно Стандартной модели атмосферы Земли [20], температура в тропосфере Земли в интервале высот 0 ÷ 11 км изменяется по линейному закону:

$$T_{\text{tr}} = \bar{T}_{\text{exp}}^{(1)} - v_T \cdot h, \quad (2.7)$$

где $v_T = 6$ К/км – скорость изменения температуры в тропосфере Земли, h – высота, отсчитываемая от поверхности Земли. Из формулы (2.7) следует, что значение температуры $T_{\text{eff}}^{(\oplus)}$ достигается в тропосфере на высоте $h = 5,67$ км. Из рис. 2.а) следует, что зависимость температуры воздуха атмосферы Земли от его давления, согласно [19], является квазилинейной. Вычислим среднее арифметическое значение температуры атмосферы Земли в интервале давлений 0,1 ÷ 1,0 бар по формуле:

$$\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)} = \frac{1}{(p_2 - p_1)} \int_{p_1}^{p_2} T(p) dp, \quad (2.8)$$

здесь $p_1 = 1,0$ бар, $p_2 = 0,1$ бар, $T(p)$ – интерполяционная функция, определяющая профиль зависимости модельно определённой температуры воздуха атмосферы Земли в интервале давлений 0,1 ÷ 1,0 бар, построенная авторами настоящей работы по численным данным [19] модели Стандартной атмосферы Земли. Численное значение $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)} = 253$ К, очевидно, попадает внутрь интервала $(\bar{T}_{-\Delta T(\text{min})}^{+\Delta T(\text{max})})^{(\oplus)}_{\text{eff}}$. Таким образом, эффективная

температура поверхности Земли в пределах своего интервала возможных значений равна усреднённой модельной температуре атмосферы Земли на интервале давлений 0,1 ÷ 1,0 бар. Важно отметить, что указанная выше высота h отвечает нижней границе высот залегания облаков (5 ÷ 15 км) среднего и верхнего яруса, дающих основной вклад в интегральное сферическое альbedo Земли. Следовательно, можно считать, что до высоты h поток рассеянного ЭМИ Солнца практически не доходит и не участвует в определении температуры $T_{\text{eff}}^{(\oplus)}$. Значит наш подход в определении температуры $T_{\text{eff}}^{(\oplus)}$ с использованием формулы (2.7) является верным.

Рассмотрим рис. 2.б)-д), на которых представлены зависимости модельно определённой температуры газа от его давления в атмосферах планет-гигантов: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, согласно данным [19] моделей Стандартных атмосфер этих планет. Из данных графиков видно, что у всех планет-гигантов указанные зависимости в интервале значений давления от 1,0 бара до 0,1 бар являются квазилинейными, подобными аналогичной зависимости для земной атмосферы. Следовательно, данную методику определения температуры, соответствующей полному потоку ЭМИ, испускаемого атмосферой планеты, можно применить и в случае атмосфер всех планет-гигантов. Важно отметить, что достаточно плотные слои атмосфер планет-гигантов, определяющие основной вклад в их интегральное альbedo, располагаются на уровне, где давление атмосферного газа не меньше 1 атм. Значит, на уровне, где достигается средняя экспериментальная температура атмосферы в интервале давлений 0,1 ÷ 1,0 бар, планету можно рассматривать как абсолютно чёрное тело (то есть её интегральное альbedo на этом уровне равно 0), значит всё ЭМИ Солнца проходит через воображаемую сферическую поверхность к телу планеты. При этом центры поверхности и планеты совпадают. Эту поверхность далее будем называть *поверхностью баланса энергий планеты (ПБЭП)*.

Вычислим по формуле (2.8) среднее значение модельно определённой температуры для атмосфер четырёх планет-гигантов (см. табл. 2, столбец 8). Из сопоставления полученных значений $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)}$ с значениями эффективной температуры для абсолютно чёрного тела $T_{\text{eff}}^{(\text{BB})}$ (вычислена по фор-

мулам (2.7)-(2.8) при $A_S = 0$ и представлена в столбце 9 табл. 2) следует, что $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)}$ значительно выше $\bar{T}_{\text{eff}}^{(\text{BB})}$ для Юпитера (на 14,5 К), Сатурна (на 30,2 К) и Нептуна (на 9,7 К), полученных без учёта их внутреннего источника энергии. Следовательно, у данных планет должен быть внутренний источник энергии, сравнимый или превосходящий по мощности полный поток солнечного излучения, получаемого этими планетами от Солнца.

У Урана ситуация иная. Здесь $T_{\text{eff}}^{(\text{BB})}$ в пределах интервала возможных значений совпадает с $\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)}$, что говорит о двух возможных сценариях: 1) у Урана имеется относительно маломощный источник внутренней энергии, при этом планета находится в равновесном/неравновесном состоянии; 2) у данной планеты отсутствует внутренний источник энергии, она находится в равновесном/неравновесном состоянии. Неравновесное состояние Урана может сопровождаться поглощением как внутренней энергии, так и энергии, получаемой от Солнца, и её расходом, например, на расширение своего тела.

Таким образом, мы строго математически доказали, что, как минимум, у трёх планет-гигантов определён существует источник внутренней энергии, который отвечает за наличие более высокой средней экспериментальной температуры атмосферы планеты (нежели в его отсутствие), и должен быть принят во внимание в задачах, использующих энергетический баланс планеты.

3. Расчёт значений мощностей источников внутренней энергии планет-гигантов и их долей

Рассмотрим задачу об энергетическом балансе планеты-гиганта, с учётом его источника внутренней энергии. Запишем уравнение её энергетического баланса на уровне ПБЭП:

$$P_{\text{int}} + \Phi_{\text{fall}} = \Phi_{\text{rad}}, \quad (3.1)$$

здесь P_{int} – мощность источника внутренней энергии планеты-гиганта, Φ_{fall} – поток ЭМИ Солнца, падающего на планету, Φ_{rad} – полный поток ЭМИ планеты, излучаемый и отбрасываемый её телом.

Конкретизируем каждое слагаемое данного уравнения. Поток Φ_{fall} определяется выражением (2.2), с учётом результатов для болометрической интенсивности ЭМИ Солнца в виде (2.1). Поток Φ_{rad} определяется формулой (2.4) параграфа 2.

С использованием уравнения (3.1), запишем мощность внутреннего источника энергии:

$$P_{\text{int}} = 4\pi \mathfrak{R}_p^2 \sigma (\bar{T}_{\text{exp}}^{(A)})^4 - \mathcal{I}\pi \mathfrak{R}_p^2. \quad (3.2)$$

Вычислим долю η , которую составляет мощность источника внутренней энергии планеты-гиганта от полного потока ЭМИ Солнца, падающего на неё. Последний можно представить в виде:

$$\Phi_{\text{fall}} = 4\pi \mathfrak{R}_p^2 \sigma (T_{\text{eff}}^{(\text{BB})})^4. \quad (3.3)$$

В итоге, искомая доля представляется в виде:

$$\eta = \frac{P_{\text{int}}}{\Phi_{\text{fall}}} \times 100\% = \left(\frac{\Phi_{\text{rad}}}{\Phi_{\text{fall}}} - 1 \right) \times 100\%, \text{ или}$$

$$\eta = \left(\left(\frac{\bar{T}_{\text{exp}}}{T_{\text{eff}}^{(\text{BB})}} \right)^4 - 1 \right) \times 100\%. \quad (3.4)$$

Выполним численный анализ основных результатов данного параграфа. В табл. 3 представлены значения доли η , потока Φ_{fall} и мощности источника внутренней энергии P_{int} . Из представленных результатов видно, что самым мощным источником энергии обладает Юпитер, соответствующее значение мощности составляет $4,284 \cdot 10^{17}$ Вт. Эта величина составляет 57% от полного потока ЭМИ Солнца, падающего на планету. Рекордсменом по значению параметра η является Сатурн: недра данной планеты излучают за единицу времени в 1,24 раза больше энергии, чем планета получает от Солнца. Как видно из табл. 3, полученные результаты для Юпитера, Сатурна и Урана уверенно согласуются с результатами предшественников [20-27].

4. Доказательство гравитационной природы основного источника внутренней энергии планет-гигантов

В настоящем параграфе будет рассмотрена задача об определении природы основного источника внутренней энергии планет-гигантов. Согласно [29], источниками внутренней энергии массивного тела могут быть:

1. Термоядерные реакции, идущие в его недрах.
2. Реакции радиоактивных распадов средних и тяжелых химических элементов, содержащихся в данном теле.
3. Его гравитационное сжатие под действием собственных сил притяжения.
4. Гравитационная дифференциация веществ различной плотности под действием собственных сил притяжения.

Проанализируем возможность существования каждого из представленных источников в теле планеты-гиганта.

4.1. Термоядерные реакции как источник внутренней энергии планеты-гиганта

Как известно, термоядерными реакциями называются процессы слияния ядер лёгких химических элементов в ядра более тяжёлых, сопровождающиеся выделением большого количества энергии в виде кинетической энергии финальных продуктов этих процессов. Для осуществления термоядерных реакций необходимо выполнение двух условий, налагаемых на давление и температуру среды, в которой они в принципе возможны. Согласно Стандартной модели внутреннего строения Солнца [29], в случае смеси водорода и гелия минимальные значения давления и температуры, при которых ещё возможны термоядерные реакции, составляют значения:

$$p_{\text{min}} = 10^{10} \text{ атм}, \quad T_{\text{min}} = 7 \cdot 10^6 \text{ К}. \quad (4.1)$$

Выполним оценку данных параметров в случае планет-гигантов. Рассмотрим вопрос об определении давления в центре планеты, где, очевидно, данная величина достигает своего максимального значения. Рассмотрим тонкий слой в столбе вещества тела планеты на расстоянии y от её центра. Определим изменение давления вещества при переходе с его нижней на верхнюю границу (см. рис. 2.е). Заметим, что данный слой находится в состоянии относительного покоя. При этом, на данный слой, очевидно, действует три силы: сила тяжести $-dm\vec{g}$, сила давления со стороны выше лежащих слоев вещества $-\vec{F}_{д1}$, сила давления со стороны ниже лежащих слоев вещества $-\vec{F}_{д2}$. Следовательно, векторная сумма этих сил, приложенных к слою, должна быть равна нулю, то есть

$$dm\vec{g} + \vec{F}_{д1} + \vec{F}_{д2} = 0.$$

Полученное векторное уравнение спроецируем на координатную ось OY :

$$-dmg - F_{д1} + F_{д2} = 0. \quad (4.2)$$

Запишем данные силы в явном виде:

$dmg = \rho dVg$, $dV = Sdy$, $F_{д2} = pS$, $F_{д1} = (p+dp)S$, здесь dm – масса данного тонкого слоя вещества, ρ – его плотность, dV – объем данного слоя, g – ускорение свободного падения на данном уровне, S – площадь основания слоя, dy – его толщина, p – давление на нижнем основании слоя, $p+dp$ – давление на его верхнем основании. Подставим последние результаты в уравнение (4.2), в итоге получаем

$$dp = -\rho g dy. \quad (4.3)$$

Как известно, ускорение свободного падения шарообразного тела радиуса \mathfrak{R} у его поверхности, с использованием закона всемирного тяготения, можно представить в виде:

$$g = \frac{G\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}^2}. \quad (4.4)$$

Массу данного тела можно представить через среднюю массовую плотность $\bar{\rho}$ и его радиус:

$$\mathfrak{M} = \frac{4}{3}\pi\bar{\rho}\mathfrak{R}^3, \Rightarrow \bar{\rho} = \frac{3}{4\pi}\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}^3}. \quad (4.5)$$

Следовательно, выражение (4.4) можно переписать в виде:

$$g = \frac{4}{3}\pi G\bar{\rho}\mathfrak{R}. \quad (4.6)$$

Из последнего выражения следует, что величина ускорения свободного падения у поверхности шарообразного тела пропорциональна величине радиуса этого тела. Если учесть тот факт, что мы рассматриваем столб вещества в теле планеты на расстоянии y от её центра, то ускорение будет определяться данной величиной как радиусом шара, центр которого совпадает с центром планеты. Следовательно, уравнение (4.6) для нашего случая можно записать в виде:

$$g = \frac{4}{3}\pi G\bar{\rho}y. \quad (4.7)$$

Подставим в уравнение (4.3) последний результат для g . В итоге получим

$$dp = -\frac{4}{3}\pi G\bar{\rho}y\rho dy. \quad (4.8)$$

Далее, ради простоты вычислений, будем моделировать тело планеты-гиганта однородным шаром. Тогда плотность вещества всюду одинакова и равна $\bar{\rho}$. В результате последнее уравнение можно редуцировать к виду:

$$dp = -\frac{4}{3}\pi G\bar{\rho}^2 y dy. \quad (4.9)$$

Проинтегрируем полученное дифференциальное уравнение:

$$\int_{p_c}^{p_s} dp = -\frac{4}{3}\pi G\bar{\rho}^2 \int_0^{\mathfrak{R}} y dy.$$

Здесь интегрирование в левой части проводится от центра планеты, где давление равно p_c , до поверхности планеты, где давление $-p_s = 0$ Па (здесь над поверхностью планеты уже нет вещества). Интегрирование в правой части проводится по координате y , отсчитываемой вдоль радиуса, от центра планеты до её поверхности. После взятия интегралов и редукции результата получаем выражение вида:

$$p_c = \frac{3}{8\pi} \frac{G\mathfrak{M}^2}{\mathfrak{R}^4}. \quad (4.10)$$

Оценим среднюю по объёму температуру вещества в теле планеты. Для этого воспользуемся теоремой вириала для стационарной системы: *сумма удвоенной кинетической и потенциальной энергии всех структурных единиц вещества данной системы равна нулю*, то есть

$$2E_k + U_p = 0. \quad (4.11)$$

Определим каждое слагаемое в выражении (4.11). Заметим, что доминирующая часть вещества в теле планет-гигантов находится в состоянии газа. Следовательно, суммарную кинетическую энергию вещества планеты можно определить формулой для внутренней энергии идеального газа:

$$E_k = \frac{\mathfrak{M}}{M} \frac{R\bar{T}}{\gamma - 1}, \quad (4.12)$$

где M, γ – молярная масса и показатель адиабаты газа, из которого состоит планета; $R = 8,31$ Дж/(К·моль) – универсальная газовая постоянная, \bar{T} – усреднённая по объёму температура вещества планеты. Далее заметим, что основными компонентами газовой фракции каждой планеты-гиганта являются [30] водород (с объёмной долей $\nu_H = 0,9$) и гелий (с объёмной долей $\nu_{He} = 0,1$). Тогда молярная масса и показатель адиабаты для данной смеси представляются выражениями:

$$M = \sum_{i=H,He} \nu_i M_i / \sum_{i=H,He} \nu_i = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль},$$

$$\gamma = 1 + \sum_{i=H,He} \nu_i / \sum_{i=H,He} \frac{\nu_i}{\gamma_i - 1} = 1,42.$$

Потенциальную энергию планеты определим формулой для потенциальной энергии гравитационного поля одиночного однородного шара [31]:

$$U_p = -\frac{3}{5} \frac{G\mathfrak{M}^2}{\mathfrak{R}}. \quad (4.13)$$

Таблица 4

Значения экваториального радиуса и массы планеты-гиганта, давления в её центре и средней по объёму её температуры в случае четырёх планет-гигантов Солнечной системы

| Планета | \mathfrak{R} , км | \mathfrak{M} , кг | p , атм | T , К |
|---------|---------------------|-----------------------|--------------------|---------|
| Юпитер | 71492 | $1,898 \cdot 10^{27}$ | $1,099 \cdot 10^7$ | 59099 |
| Сатурн | 60268 | $5,683 \cdot 10^{26}$ | $1,950 \cdot 10^6$ | 20990 |
| Уран | 25559 | $8,681 \cdot 10^{25}$ | $1,407 \cdot 10^6$ | 7560 |
| Нептун | 24764 | $1,024 \cdot 10^{26}$ | $2,221 \cdot 10^6$ | 9205 |

Таблица 5

Основные радиоактивные элементы в теле Земли и их характеристики

| Хар-ка | ${}_{92}^{238}U$ | ${}_{90}^{232}Th$ | ${}_{19}^{40}K$ |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| q , Вт/кг | $9,78 \cdot 10^{-5}$ | $2,63 \cdot 10^{-5}$ | $3,55 \cdot 10^{-9}$ |
| η , | $2 \cdot 10^{-6}$ | $7 \cdot 10^{-6}$ | $1,8 \cdot 10^{-2}$ |

Таблица 6

Значения масс ядер планет-гигантов и мощности теплового излучения, обусловленного лишь радиоактивными распадами ядер указанных выше химических элементов

| Планета | $\mathfrak{M}_N/\mathfrak{M}_\oplus$ | Ссылка | P_d , Вт |
|---------|--------------------------------------|--------|-----------------------|
| Юпитер | 25,0 | [32] | $6,625 \cdot 10^{16}$ |
| Сатурн | 17,0 | [33] | $4,505 \cdot 10^{16}$ |
| Уран | 0,55 | [34] | $1,458 \cdot 10^{15}$ |
| Нептун | 1,20 | [34] | $3,180 \cdot 10^{15}$ |

Подставляя выражения (4.12)-(4.13) в уравнение (4.11), в результате получаем:

$$\bar{T} = \frac{3}{10} \frac{G \mathfrak{M} M (\gamma - 1)}{R \mathfrak{R}}. \quad (4.14)$$

Выполним численный расчёт полученных результатов (4.10) и (4.14). Полученные численные результаты представлены в табл. 4. Опираясь на полученные численные значения, даже с учётом их «оценочной природы», и сопоставляя их с пограничными значениями (4.1), приходим к заключению, что давление и температура в недрах планет-гигантов на несколько порядков меньше значений (4.1). Следовательно, в недрах планет принципиально невозможно протекание термоядерных реакций, значит они не могут быть источником внутренней энергии планет.

4.2. Реакции радиоактивных распадов средних и тяжелых химических элементов как источник внутренней энергии планеты-гиганта

Из курса ядерной физики известно, что многие изотопы средних и тяжёлых химических элементов периодической таблицы Менделеева подвержены спонтанному радиоактивному распаду. К таким элементам не относятся водород и гелий. Следовательно, носителем таких элементов в теле планет-гигантов может быть лишь их ядро. Самыми распространёнными и мощными радиоактивными источниками энергии в земных недрах являются уран (${}_{92}^{238}U$), торий (${}_{90}^{232}U$) и калий (${}_{19}^{40}U$). Количество энергии, которое выделяет единица массы данного радиоактивного элемента в настоящее время, в результате радиоактивного распада, называется *удельной радиоактивной теплотой* (q). Массовые доли (η_i) данных элементов в теле Земли и

их *удельные радиоактивные теплоты* (q_i) представлены в табл. 5.

Полагая, что указанные выше радиоактивные элементы в ядрах планет-гигантов распределены равномерно с теми же массовыми долями, что и в случае Земли, можно записать полную тепловую мощность ядра планеты, обусловленную лишь радиоактивными распадами указанных химических элементов:

$$P_d = \mathfrak{M}_N \cdot \sum_{i=U,Th,K} (q_i \cdot \eta_i), \quad (4.16)$$

где \mathfrak{M}_N – масса ядра планеты-гиганта. Выполним численный анализ полученного результата для четырёх планет-гигантов. Основные численные результаты представлены в табл. 6. Из сопоставления полученных численных значений для мощности P_d с значениями мощности внутренних источников энергии планет-гигантов (см. табл. 3) следует, что последний параметр в несколько раз превосходит полную мощность радиоактивных распадов в случае Юпитера (6.47 раз) и Сатурна (4.23 раза). Следовательно, радиоактивные распады не могут быть основным источником внутренней энергии данных планет, но могут быть второстепенным.

Ситуация иная в случае Урана и Нептуна. Так для Нептуна мощность P_d составляет 110% от полной мощности P_{int} . Это можно объяснить либо 1) существенно завышенным модельным значением массы ядра Нептуна, заимствованного из [34], либо 2) истинные массовые доли радиоактивных элементов в ядре этой планеты меньше использованных. И все же радиоактивные распады ядер могут выступать основным источником внутренней энергии Нептуна. Ситуация является ещё более острой в случае Урана: здесь P_d от макси-

Таблица 7

Значения минимальной и максимальной скоростей сжатия планет-гигантов Солнечной системы, полученные как с учётом лишь гравитационного сжатия ($\dot{\mathcal{R}}_{\max}$), так и с учётом радиоактивных распадов в ядрах этих планет ($\dot{\mathcal{R}}_{\min}$)

| Планета | $\dot{\mathcal{R}}_{\min}$, м/год | $\dot{\mathcal{R}}_{\max}$, м/год |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|
| Юпитер | $-9,63 \cdot 10^{-4}$ | $-1,11 \cdot 10^{-3}$ |
| Сатурн | $-2,84 \cdot 10^{-3}$ | $-3,64 \cdot 10^{-3}$ |
| Уран | $1,26 \cdot 10^{-4}$ | $-7,33 \cdot 10^{-5}$ |
| Нептун | $2,21 \cdot 10^{-5}$ | $-2,71 \cdot 10^{-4}$ |

мального значения P_{int} составляет 271%! Кроме того, величина P_d от потока ЭМИ Солнца Φ_{fall} составляет 19,6%. Но при столь значительной мощности источника внутренней энергии, обусловленного радиоактивными распадами, температура его атмосферы в равновесном состоянии должна быть существенно выше экспериментально определённой! С использованием результатов предыдущего параграфа, можно в случае Урана утверждать, что либо 1) мощность источника внутренней энергии является крайне малой или даже равна нулю, например, в результате существенно меньшей массы ядра, нежели предсказанной в [34], при этом планета находится в тепловом равновесии, либо 2) планета не находится в механическом и тепловом равновесии и принимает от Солнца энергии больше, чем отдаёт в окружающее пространство, затратив часть солнечной и своей внутренней энергии, например, на собственное расширение. Последнее могло быть спровоцировано столкновением Урана в прошлом с каким-то массивным телом. Косвенным подтверждением последнего факта является аномально большой угол наклона экватора планеты к плоскости её орбиты.

4.3. Гравитационное сжатие как источник внутренней энергии планеты-гиганта. Определение скорости её гравитационного сжатия

Полная энергия планеты представляется суммой кинетических энергий всех структурных единиц её вещества и их гравитационной потенциальной энергии:

$$E_{\text{tot}} = E_k + U_G, \Rightarrow \frac{dE_{\text{tot}}}{dt} = \frac{dE_k}{dt} + \frac{dU_G}{dt},$$

здесь последнее равенство было продифференцировано по времени эволюции. Воспользуемся теоремой вириала и продифференцируем соответствующее уравнение по времени:

$$2 \frac{dE_k}{dt} + \frac{dU_G}{dt} = 0, \Rightarrow \frac{dE_k}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{dU_G}{dt}.$$

С использованием последнего результата и формулы (4.13) для гравитационной потенциальной энергии шара, скорость изменения полной механической энергии планеты представляется в виде:

$$P_{\text{int}} = -\frac{dE_{\text{tot}}}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{dU_G}{dt} = \frac{3}{10} \frac{G \mathcal{M}^2}{\mathcal{R}^2} \frac{d\mathcal{R}}{dt}, \Rightarrow$$

$$\dot{\mathcal{R}}_{\max} = \left(\frac{d\mathcal{R}}{dt} \right)_{\max} = -\frac{10}{3} \frac{\mathcal{R}^2}{G \mathcal{M}^2} P_{\text{int}}. \quad (4.17)$$

Последний результат, очевидно, определяет максимальное значение скорости сжатия планеты-гиганта в предположении, что вся мощность источника внутренней энергии определяется гравитационным сжатием планеты.

Однако, если принимать во внимание возможное присутствие источников радиоактивных распадов в ядре планеты-гиганта, то можно записать выражение для минимальной скорости сжатия планеты:

$$\dot{\mathcal{R}}_{\min} = \left(\frac{d\mathcal{R}}{dt} \right)_{\min} = -\frac{10}{3} \frac{\mathcal{R}^2}{G \mathcal{M}^2} (P_{\text{int}} - P_d). \quad (4.18)$$

Выполним численный анализ результатов (4.17)-(4.18). В табл. 7 представлены численные значения указанных параметров в случае четырех планет-гигантов. Из таблицы очевидно, что наибольшими темпами сжатия обладает Сатурн: в случае чистого гравитационного сжатия величина скорости уменьшения радиуса достигает значения 3,64 мм/год! Даже если принять во внимание радиоактивные распады средних и тяжёлых химических элементов в ядре Сатурна, данная величина падает до значения 2,84 мм/год. Второй планетой по темпам сжатия является Юпитер, максимальное значение модуля его скорости сжатия составляет 1,1 мм/год, что более чем в 3 раза меньше соответствующего сатурианского значения.

Ситуация является неоднозначной в случае Урана и Нептуна. Если полностью исключить вклад радиоактивных распадов в полную мощность источника внутренней энергии, то данные планеты могут иметь крайне медленное сжатие к центру: в случае Нептуна скорость сжатия может достигать величины 0,27 мм/год, а в случае Урана – 0,07 мм/год. Если учитывать вклад радиоактивных распадов в полную мощность генерации внутренней энергии, то за счёт превосходства последних над мощностью их гравитационного сжатия, данные планеты в настоящее время должны расширяться, а не сжиматься, хотя и с очень низкими значениями скорости: в случае Нептуна – 0,02 мм/год, а в случае Урана – 0,13 мм/год. Очевидно, полученные значения скорости изменения радиуса планеты крайне малы и не могут быть измерены в наблюдениях в настоящее время. Таким образом, гравитационное сжатие является возможным, а в случае Юпитера и Сатурна – главным источником внутренней энергии планет-гигантов.

Следует отметить, что гравитационная дифференциация вещества происходит, как правило,

Таблица 8

Значения скоростей изменения: а) усреднённой по объёму температуры \bar{T} планеты, б) ускорения g свободного падения у поверхности планеты, в) средней массовой плотности $\bar{\rho}$ тела планеты-гиганта

| Планета | $\dot{\bar{T}}_{\min}$, К/год | $\dot{\bar{T}}_{\max}$, К/год | \dot{g}_{\min} , м/(с ² ·год) | \dot{g}_{\max} , м/(с ² ·год) | $\dot{\bar{\rho}}_{\min}$, кг/(м ³ ·год) | $\dot{\bar{\rho}}_{\max}$, кг/(м ³ ·год) |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|
| Юпитер | $7,959 \cdot 10^{-7}$ | $9,184 \cdot 10^{-7}$ | $6,675 \cdot 10^{-10}$ | $7,702 \cdot 10^{-10}$ | $5,010 \cdot 10^{-8}$ | $5,781 \cdot 10^{-8}$ |
| Сатурн | $9,891 \cdot 10^{-7}$ | $1,267 \cdot 10^{-6}$ | $9,840 \cdot 10^{-10}$ | $1,261 \cdot 10^{-9}$ | $8,761 \cdot 10^{-8}$ | $1,123 \cdot 10^{-7}$ |
| Уран | $-3,723 \cdot 10^{-8}$ | $2,169 \cdot 10^{-8}$ | $-8,733 \cdot 10^{-11}$ | $5,088 \cdot 10^{-11}$ | $-1,834 \cdot 10^{-8}$ | $1,068 \cdot 10^{-8}$ |
| Нептун | $-8,213 \cdot 10^{-9}$ | $1,008 \cdot 10^{-7}$ | $-1,988 \cdot 10^{-11}$ | $2,439 \cdot 10^{-10}$ | $-4,309 \cdot 10^{-9}$ | $5,286 \cdot 10^{-8}$ |

Таблица 9

Значения скоростей изменения: а) давления p_c в центре планеты, б) потока Φ_{fall} излучения Солнца, падающего на поверхность планеты, в) потока Φ_{rad} излучения, испущенного поверхностью планеты-гиганта

| Планета | $\dot{p}_{c, \min}$, Па/год | $\dot{p}_{c, \max}$, Па/год | $\dot{\Phi}_{\text{fall}}^{(\min)}$, Вт/год | $\dot{\Phi}_{\text{fall}}^{(\max)}$, Вт/год | $\dot{\Phi}_{\text{rad}}^{(\min)}$, Вт/год | $\dot{\Phi}_{\text{rad}}^{(\max)}$, Вт/год |
|---------|------------------------------|------------------------------|--|--|---|---|
| Юпитер | 59,18 | 68,28 | $-2,17 \cdot 10^7$ | $-2,51 \cdot 10^7$ | $2,10 \cdot 10^{10}$ | $2,43 \cdot 10^{10}$ |
| Сатурн | 36,75 | 47,09 | $-1,60 \cdot 10^7$ | $-2,05 \cdot 10^7$ | $7,44 \cdot 10^9$ | $9,53 \cdot 10^9$ |
| Уран | -2,77 | 1,61 | $7,49 \cdot 10^4$ | $-4,36 \cdot 10^4$ | $-1,77 \cdot 10^7$ | $1,03 \cdot 10^7$ |
| Нептун | -0,79 | 9,73 | $5,14 \cdot 10^3$ | $-6,30 \cdot 10^4$ | $-1,86 \cdot 10^6$ | $2,28 \cdot 10^7$ |

на ранних этапах эволюции массивных тел. В настоящее время, согласно работе [35], темпы протекания этого процесса в случае Юпитера, Урана и Нептуна крайне малы. Лишь в недрах Сатурна может продолжаться этот процесс в виде миграции капель жидкого гелия в направлении его ядра. Согласно выше сказанному, количественный анализ этого источника внутренней энергии в рамках настоящей работы является неприоритетным, поэтому он не будет рассмотрен.

5. Расчёт скоростей изменения некоторых параметров планеты, обусловленных её гравитационным сжатием

В настоящем параграфе определим текущие значения скоростей изменения некоторых параметров, характеризующих состояния планет-гигантов, обусловленных их гравитационным сжатием (расширением). Воспользуемся формулой (4.14) и продифференцируем его по времени:

$$\frac{d\bar{T}}{dt} = \dot{\bar{T}} = -\frac{3}{10} \frac{G \mathfrak{M} M (\gamma - 1)}{R \mathfrak{R}^2} \dot{\mathfrak{R}}. \quad (5.1)$$

Последний результат определяет скорость изменения со временем усреднённой по объёму температуры планеты.

Далее воспользуемся формулами для ускорения свободного падения у поверхности планеты-гиганта в виде (4.4) и выражением для средней массовой плотности планеты в виде (4.5). Продифференцируем данные результаты по времени:

$$\frac{dg}{dt} = \dot{g} = -2 \frac{G \mathfrak{M}}{\mathfrak{R}^3} \dot{\mathfrak{R}}, \quad \frac{d\bar{\rho}}{dt} = \dot{\bar{\rho}} = -\frac{9}{4\pi} \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{R}^4} \dot{\mathfrak{R}}. \quad (5.2)$$

Последние выражения определяют скорости изменения данных величин с течением времени. Далее используем выражение для давления в центре планеты (4.10). Вновь продифференцируем его по времени:

$$\frac{dp_c}{dt} = \dot{p}_c = -\frac{3}{2\pi} \frac{G \mathfrak{M}^2}{\mathfrak{R}^5} \dot{\mathfrak{R}}. \quad (5.3)$$

Воспользуемся формулами для потоков падающего излучения от Солнца (2.2), с учётом результата (2.1) и испущенного поверхностью планеты (2.4). Вычислим скорости изменения данных величин:

$$\frac{d\Phi_{\text{fall}}}{dt} = \dot{\Phi}_{\text{fall}} = 2\pi f_{\odot} \left(\frac{a_{\oplus}}{r_p} \right)^2 \mathfrak{R} \dot{\mathfrak{R}}, \quad (5.4)$$

$$\frac{d\Phi_{\text{rad}}}{dt} = \dot{\Phi}_{\text{rad}} = 8\pi \mathfrak{R} \sigma T_{\text{eff}}^3 (2\mathfrak{R} \dot{T}_{\text{eff}} + T_{\text{eff}} \dot{\mathfrak{R}}). \quad (5.5)$$

Полагая далее, что скорости изменений эффективной температуры поверхности планеты и усреднённой по объёму температуры планеты являются одинаковыми, последний результат можно представить в виде:

$$\dot{\Phi}_{\text{rad}} = 8\pi \mathfrak{R} \sigma T_{\text{eff}}^3 \left(T_{\text{eff}} - \frac{3}{5} \frac{G \mathfrak{M} M (\gamma - 1)}{R \mathfrak{R}} \right) \dot{\mathfrak{R}}. \quad (5.6)$$

Выполним численный анализ полученных результатов. В табл. 8 в столбцах 2-3 представлены минимальные и максимальные значения скорости изменения усреднённой по объёму температуры \bar{T} планеты. Данные значения указывают, что в телах всех планет-гигантов крайне медленно изменяется температура, например, в случае Сатурна скорость её роста достигает максимального значения и не превосходит 1,3 градуса за 1 млн лет. В случае Урана та же величина не превосходит 2,2 градуса за 100 млн лет. В случае ситуации с расширением ледяных гигантов их температура может уменьшаться со скоростью 0,8÷3,7 К за 100 млн лет.

В столбцах 4-5 табл. 8 представлены минимальные и максимальные значения скорости изменения ускорения g свободного падения у поверхности планеты. Как и в случае со средней температурой наибольшая скорость изменения данного параметра достигается в случае Сатурна и не

превосходит $1,3 \text{ м/с}^2$ за 1 млрд лет. Минимального значения скорость изменения данного параметра достигает в случае Урана и не превосходит величины $0,05 \text{ м/с}^2$ за 1 млрд лет. Если ледяные гиганты в настоящее время расширяются, то скорость изменения данного параметра является отрицательной и принимает значения из интервала $-(2 \div 9) \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$ за 1 млрд лет.

В столбцах 6-7 табл. 8 представлены минимальные и максимальные значения скоростей изменения средней массовой плотности $\bar{\rho}$ планет-гигантов. Наибольшее значение данного параметра достигается в случае Сатурна, который не превосходит $1,12 \text{ кг/м}^3$ за 10 млн лет. Как и в предыдущих случаях, минимальное значение скорости изменения данного параметра достигается в случае Урана и не превосходит величины $1,07 \text{ кг/м}^3$ за 100 млн лет. В случае расширения Урана и Нептуна данный параметр принимает значения из интервала $-(0,4 \div 1,8) \text{ кг/м}^3$ за 100 млн лет.

В столбцах 2-3 табл. 9 представлены минимальные и максимальные значения скорости изменения давления в центре планеты. В отличие от предыдущих случаев лидером "рейтинга" становится Юпитер: здесь давление изменяется со скоростью $68,3 \text{ Па/год}$. Почти в 1,5 раза меньшую скорость изменения давления в центре имеет Сатурн: его значение не превосходит $47,1 \text{ Па/год}$.

В 4-5 столбцах табл. 9 представлены минимальные и максимальные значения скорости изменения потока Φ_{fall} ЭМИ Солнца, падающего на поверхность планеты. Как и в предыдущем случае, данный параметр достигает своего максимума в случае Юпитера и не превосходит значения $-2,51 \cdot 10^7 \text{ Вт/год}$. Этот факт объясняется наибольшими размерами короля планет. Отметим, что ледяные гиганты (Уран и Нептун) имеют на несколько порядков меньшие значения искомой величины, что объясняется их значительно более скромными размерами в сравнении с Юпитером.

В столбцах 6-7 табл. 9 представлены минимальные и максимальные значения скоростей изменения потока Φ_{rad} излучения, испущенного поверхностью планеты-гиганта. Аналогично предыдущему случаю (по той же причине) данная величина достигает максимума у Юпитера. В случае Сатурна данная скорость меньше почти в 3 раза в сравнении с юпитерианской. В случае Урана и Нептуна данные параметры уступают значению Юпитера на 3 порядка величины.

Литература

1. Вавилов С. Будущее на свалке. – URL: https://www.gazeta.ru/science/2012/06/20_a_4633317.shtml (дата обращения: 01.09.2024).
2. Журавлева Н. На наш век хватит. – Деловая газета "Взгляд". – URL: <http://vz.ru/economy/2012/11/2/605487.html> (дата обращения: 01.09.2024).
3. Воскресенская О. Торжество угля ещё

впереди. – Российская газета. – URL: <http://www.rg.ru/2013/09/26/ugol.html> (дата обращения: 01.09.2024).

4. Общее потребление электроэнергии. – Enerdata: данные о мировой энергетике и климате. – Ежегодник 2023. – URL: <https://energystats.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (дата обращения: 01.09.2024).

5. Прогноз развития мировой энергетики до 2030 года. – Официальный сайт Национального исследовательского института мировой экономики и международных отношений имени Е. М. Примакова РАН. – URL: https://www.imemo.ru/ru/conf/2012/03022012/03022012_prognoz_RU.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

6. Возобновляемая энергия – обеспечение более безопасного будущего. – Организация Объединённых наций. – URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

7. Гош П. Найти внеземную жизнь – это лишь вопрос времени, говорят учёные. – BBC News Русская служба. – URL: <https://www.bbc.com/russian/articles/czd0gyzqy0no>.

8. Prockter L. M., Pappalardo R. T. Europa. Encyclopedia of the Solar System. – Academic Press, 2007. – P. 431-448.

9. Schenk P., Matsuyama I., Nimmo F. True polar wander on Europa from global-scale small-circle depressions. – Nature. – 2008. – V.453. – №7193 – P. 368-371.

10. Tritt Ch. S. Possibility of Life on Europa. – Milwaukee School of Engineering. – URL: <http://people.msoe.edu/tritt/sf/europa.life.html>.

11. Hall D. T., Strobel D. F., Feldman P. D., McGrath M. A., Weaver H. A. Detection of an oxygen atmosphere on Jupiter's moon Europa. – Nature. – 1995. – V.373. – P. 677-679.

12. Сурдин В. Г. Эволюция Солнца и Солнечной системы. – URL: https://elementy.ru/video/359/Evolyutsiya_Solntsa_i_Solnechnoy_sistemy.

13. Сорохтин О. Г. Развитие Земли. Происхождения и эволюция атмосферы на Земле. – URL: <https://www.gemp.ru/next3/10.html>.

14. Сорохтин О. Г. Развитие Земли. Грядущее развитие и гибель биосферы. – URL: <https://www.gemp.ru/article/311.html>.

15. NASA. Aging Into Gianthood. – URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/resources/life-and-death/chapter-6/> (дата обращения: 01.09.2024).

16. Акулов В. Н. Характеристика планет-гигантов с использованием методов космической

- геодезии. – БГТУ имени В. Г. Шухова. – URL: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2014/2203.pdf>.
17. Earth Fact Sheet. NASA Space Science Data Coordinated Archive. – URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html> (дата обращения: 01.09.2024).
18. Pollack H. N., Hurter S. J. and Johnson J. R. Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set. – *Rev. Geophys.* – 1993. – 31(3). – P. 267-280.
19. NASA Planetary Atmosphere's Datasets. Earth's Temperature and Pressure. – URL: https://atmos.nmsu.edu/planetary_datasets/main.html
20. Fraknoi A., Morrison D., Wolff S. C. et al. The Giant Planets. Astronomy. – Open online-course of University of Central Florida. – URL: <https://pressbooks.online.ucf.edu/astronomybc/chapter/11-2-the-giant-planets/>.
21. Elkins-Tanton L. T. Jupiter and Saturn. – New York: Chelsea House. – 2006. – 192 p.
22. Hanel R. A., Conrath B. J., Herath L. W., Kunde V. G., Pirraglia J. A. Albedo, internal heat, and energy balance of Jupiter—preliminary results of the Voyager infrared investigation. – *J. Geophys. Res.* – 1981. – V86. – P. 8705–8712.
23. Liming L., Jiang X., West R. A., Gierasch P. J., Perez-Hoyos S. et al. Less absorbed solar energy and more internal heat for Jupiter. – *Nat Commun.* – 2018. – V9. – P. 3709.
24. Hanel R. A., Conrath B. J., Kunde V. G., Pearl J. C. and Pirraglia J. A. (), Albedo, internal heat-flux, and energy-balance of Saturn. – *Icarus.* – 1983. – 53. – P. 262-285.
25. Li L., Conrath B. J., Gierasch P. J., Achterberg R. K. at el. Saturn's emitted power. – *Journal of Geophysical Research.* – 2010. – V115. – E11. – E11002.
26. Pearl J. C., Conrath B. J., Hanel R. A., Pirraglia J. A., Coustenis A. The albedo, effective temperature, and energy balance of Uranus, as determined from Voyager IRIS data. – *Icarus.* – 1990. – V.84. – Issue 1. – P. 12-28.
27. Ingersoll A. P. Uranus. *Энциклопедия Britannica.* – URL: <https://www.britannica.com/place/Uranus-planet/Basic-astronomical-data>.
28. Pearl J. C. and Conrath B. J. The Albedo, Effective Temperature, and Energy Balance of Neptune, as Determined from Voyager Data. – *Journal of Geophysical Research: Space Physics.* – 1991. – V.96. – 18921-18930.
29. Кононович Э. В., Мороз В. И. *Общий курс астрономии.* – М.: УРСС, 2022. – 544 с.
30. Маров М.Я. *Планеты Солнечной системы.* – М.: УРСС, 2020. – 320 с.
31. Дубошин Г. Н. *Небесная механика. Основные задачи и методы.* – М.: Наука. – 1968. – 800 с.
32. Juno of Jupiter. – URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL073160>
33. Nature Astronomy. A diffuse core in Saturn revealed by ring seismology. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41550-021-01448-3>
34. Podolak M., Weizman A., Marley M. Comparative models of Uranus and Neptune. – *Planetary and Space Science.* – 1995. – Vol. 43(12). –P. 1517-1522.
35. Fraknoi A., Morrison D., *Astronomy 2e.* – Rice University: OpenStax. – 2022. – 1129 p.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF BASIC PROPERTIES POSSIBLE SOURCES OF INTERNAL ENERGY OF THE GIANT PLANETS. CALCULATION OF THE CHANGES RATES OF THEIR MAIN PHYSICAL PARAMETERS DUE TO GRAVITATIONAL COMPRESSION

Ju. P. Philippov, V. A. Pashina

This paper presents a brief overview of the giant planets main properties. A separate paragraph is devoted to a strict mathematical proof of the internal energy sources existence in the giant planets. An original method for determining the position of the energy balance surface in the planet's atmosphere is proposed. Using the Earth as an example, it is shown that such a surface is located in a small neighborhood of the troposphere point where its average temperature is reached in the pressure range of $0,1 \div 1,0$ atm. The existence of internal energy sources at least for three giant planets (Jupiter, Saturn, Neptune) is strictly mathematically proven. The its power is comparable to or even exceeds the total power of electromagnetic radiation received by them from the Sun. The values of the internal energy sources power for the given planets and their fractions from solar radiation power are calculated. It is shown that Jupiter has the most powerful source $(4,284_{-0,792}^{+0,685}) \cdot 10^{17}$ W, which is $56,77_{-14,90}^{+15,66}\%$ of the solar radiation power. Saturn has the highest value $(124,6_{-22,75}^{+23,97}\%)$ of the fraction. Four possible sources of internal energy of a massive body are considered. It is demonstrated that in the case of Jupiter and Saturn, the main source of internal energy can only be gravitational compression. In the case of ice giants, such a source can also be radioactive decays of heavy elements in their cores. The the current values calculation of the rates of the planets radii and their other characteristics, caused by their two possible sources, is performed. It has been shown, under certain conditions, the ice giants bodies can have not only compression, but even expansion!

Key words: Giant planet; gravitational compression; internal energy; radioactive decay; rate of physical quantity change.

Статья поступила в редакцию 31.10.2024.

© Philippov Ju. P., Pashina V. A., 2024.

Philippov Jury Petrovich, (filippov.yup@ssau.ru),
associate professor of General and Theoretical Physics Department of the Samara University,
443086, Russia, Samara, Moscovskoye shosse, 34;
Pashina Viktoria Andreevna, (pashina.vikulya@gmail.com),
10th grade student of the State Autonomous Educational Institution of the Samara Region
«SamLIT» (Basic School of the Russian Academy of Sciences),
443096, Russia, Samara, Bolnichnaya st., 14a.

БИОЛОГИЯ

УДК 591.16

ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА КРЫС В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ГИПОТИРЕОЗА

Н. О. Андропова

В хроническом эксперименте изучали влияние гипотиреоза, развивающегося в препубертатном периоде на становление половых циклов, и начало полового созревания. Установлено, что гипотиреоз влияет на гормональную функцию яичников и оказывает антиэстрогенное действие. Гормоны щитовидной железы в пубертатном периоде участвуют в становлении полового цикла. Гипотиреоз приводит к удлинению полового цикла, стадия эструса проходила за несколько часов и была замечена только на второй неделе эксперимента. Клеточность мазков не изменилась, данный факт может свидетельствовать о том, что гипотиреоз влияет прежде всего на гормональную функцию яичников и оказывает антиэстрогенное действие, но не на становление гипоталамо-гипофизарно-гонадальной оси.

Ключевые слова: эструс; метэструс; диэструс; проэструс; самка крысы; половое созревание; гипоталамо-гипофизарно-гонадальная ось.

Исследование полового цикла самок крыс и влияния гипотиреоза на его процесс, несмотря на имеющийся внушительный список научных и учебных источников, остается актуальным в настоящее время. Существует несколько причин для исследования стадий эстрального цикла в условиях экспериментального гипотиреоза: проведение фармакологических и токсикологических исследований на самках лабораторных грызунов; выбор оптимального времени скрещивания при создании трансгенных животных или искусственном оплодотворении, поддержания колоний лабораторных животных, особенно линий с низкой фертильностью [1]. Морфологические исследования требуют определения стадии эстрального цикла и влияния на него заболеваний, в данном случае гипотиреоза. Учет данного фактора может оптимизировать выполнение «профильных» экспериментов и повысить результативность воспроизводства лабораторных животных [2]. Целью настоящего исследования являлось изучение особенности становления эстрального цикла крыс в

условиях экспериментального гипотиреоза препаратом «мерказолил».

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводились на 10 беспородных самках крыс, массой 73–146,5 граммов. Животные содержались в стандартных условиях вивария. Крысы находились в клетке для мелких грызунов.

Приготовление и анализ мазков для определения фаз эстрального цикла выполняли по стандартной методике [3]. Мазки брали тонкой ватной палочкой, смоченной физиологическим раствором, помещали на предметное стекло, окрашивали раствором азур-эозин по Романовскому и рассматривали с помощью светового микроскопа «БИОЛАМ» при 120-кратном увеличении.

Структура мазков исследовалась на протяжении четырёх дней в дневное время до принятия мерказолила (действующее вещество – тиамазол) и после двух недельного принятия мерказолила в дозе 5 мг на 10 крыс каждые 2 дня в растворённом виде в воде в течение шести дней с перерывом в 5 дней. Мерказолил блокирует свя-

© Андропова Н. О., 2024.

Андропова Наталия Олеговна (nata.andronova.2000@mail.ru),
магистрант II курса биологического факультета Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

зывание йода с тирозином в тиреоглобулине. Через ГЭП (межклеточные контакты, обеспечивающие прямой перенос ионов и небольших молекул между соседними клетками) мерказолил не проникает [2]. Статистический анализ результатов проводили в программе SigmaPlot 12.5. Рассчитывали средние значения показателей, стандартное отклонение. Сравнение выборок осуществляли методом Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

На влажных мазках мы отчетливо наблюдали следующие фазы цикла: диэструс (лейкоциты и слизь), проэструс (появление эпителиальных клеток с ядрами), эструс – происходит кариопикноз (появление чешуи) и метаэструс (лейкоциты, чешуи, клетки с ядрами) [4] (рис. 1–4).

На начало эксперимента большинство животных находились в препубертатном периоде, поскольку мы не наблюдали циклических изме-

нений в мазках, соответствующих фазам эстрального цикла. По мере увеличения массы тела животных, отмечали и появление циклических изменений в мазках, что свидетельствует о наступившем половом созревании.

В ходе эксперимента было замечено, что медиана массы наступления половой зрелости у половины самок крыс составляет 70,5 г, а средняя масса, при которой наступает половое созревание – $88,7 \pm 23,9$ граммов (рис. 5). Различий в массе наступления полового созревания у крыс, не подвергавшихся воздействию антиэстроидного препарата и интактных животных не обнаружено. Развитию полового созревания поспособствовала тактильная стимуляция влажного отверстия ватной палочкой, смоченной физиологическим раствором, этому доказывало, то, что в начале эксперимента влажное отверстие было закрыто, а после длительного взятия влажных мазков генитальное отверстие увеличилось в размере.

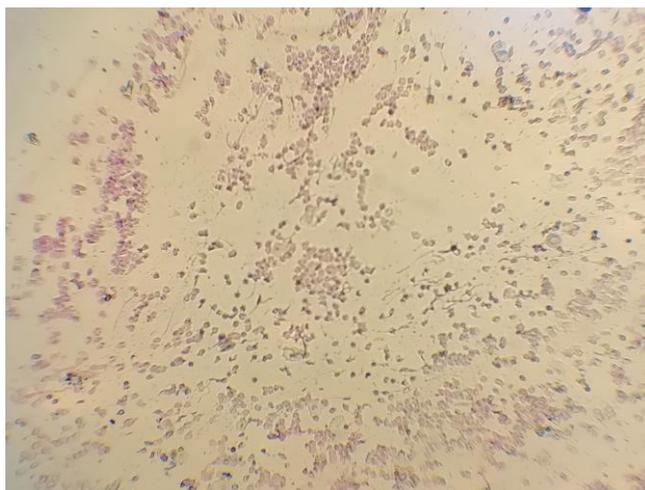


Рис. 1 Диэструс

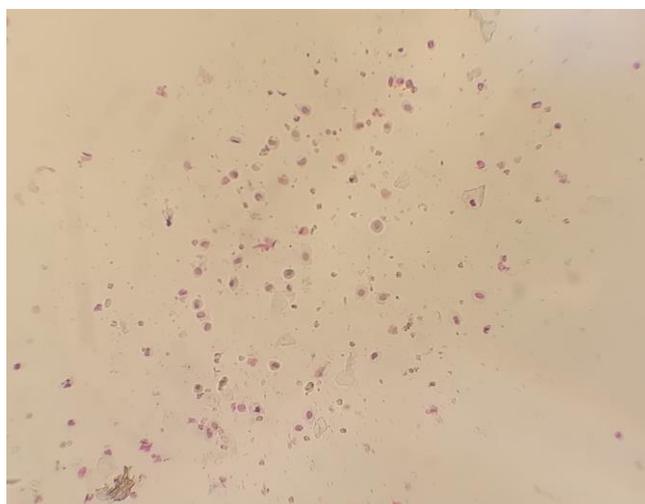


Рис. 2 Проэструс

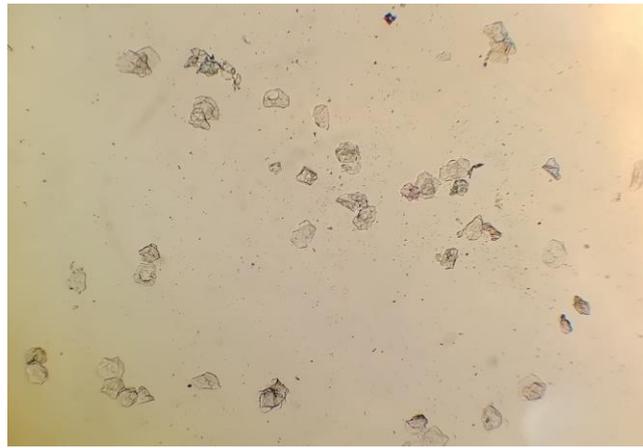


Рис. 3 Эструс

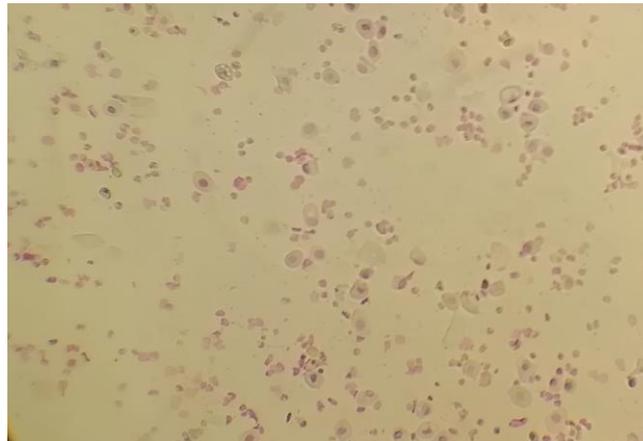


Рис. 4 Метээструс

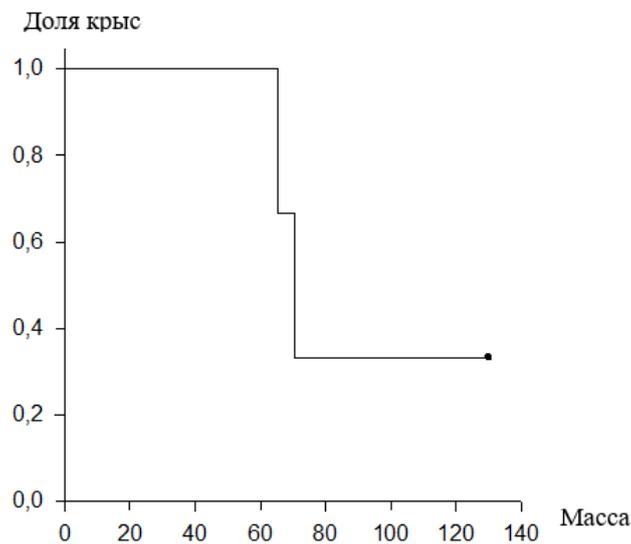


Рис. 5 Зависимость наступления полового созревания от массы крысы

Продолжительность полового цикла составила до воздействия мерказолила в среднем $5,2 \pm 1,0$ суток. После двухнедельного введения антитиреоидного (тормозит синтез тироксина) препарата мерказолила медиана продолжительности полового цикла сдвинулась и соста-

вила 6 суток, а стадия эструса проходила за несколько часов и была отчётливо замечена только на второй неделе. Различия между продолжительностью полового цикла до и после введения мерказолила были значимы ($p < 0,05$) (рис. 6).

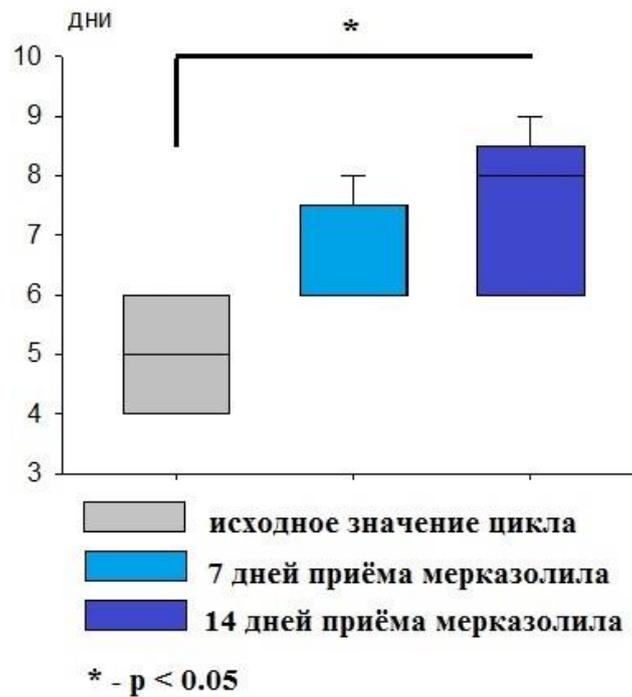


Рис. 6 Продолжительность эстрального цикла крыс до и на фоне приёма мерказолила

Таким образом, гипофункция щитовидной железы в препубертатном периоде практически не влияет на сроки наступления полового созревания, но оказывает влияние на продолжительность полового цикла у пубертатных животных [5]. Клеточность мазков не изменилась, данный факт может свидетельствовать о том, что гипотиреоз влияет прежде всего на гормональную функцию яичников и оказывает антиэстрогенное действие, но не на становление гипоталамо-гипофизарно-гонадальной оси [6].

Заключение

Таким образом, гормоны щитовидной железы в пубертатном периоде участвуют в становлении полового цикла. Гипотиреоз приводит к удлинению полового цикла. Стадия эструса проходила за несколько часов и была замечена только на второй неделе эксперимента. Гипотиреоз на сроки полового созревания не оказал влияния, но повлиял на формирование полового цикла.

Литература

1. Акмаев И. Г. Структурные основы механизмов гипоталамической регуляции эндокринных функций. М.: Наука, 1979. 227 с.
2. Бабичев В. Н. Нейроэндокринная регуляция репродуктивной системы. Пуцдино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 227 с.
3. Кабак Я. М. Практикум по эндокринологии. Основы методики экспериментально эндокринологических исследований: учебное пособие. М.: МГУ, 1968. С. 30–36.
4. Дуденкова Н. А., Шубина О. С. Исследование эстрального цикла и гистологического строения яичников самок белых крыс в период полового созревания // Научная жизнь. 2019. Т. 14. Вып. 11. С. 1773–1781. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-11-1773-1781.
5. Барроу Дж. Н. Щитовидная железа и репродукция. Репродуктивная эндокринология под ред. Йена С.С.К., Джаффе Р.Б. М.: Медицина, 1998. С. 587–612.
6. Мельниченко Г. А., Фадеев В. В. Субклинический гипотиреоз: проблемы лечения // Врач. 2002. Т. 7. № 41–3. С. 24–27.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE ESTRAL CYCLE OF RATS UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL HYPOTHYROIDISM

N. O. Andronova

In a chronic experiment, the effect of hypothyroidism, which develops in the prepubertal period on the development of sexual cycles, and the onset of puberty was studied. Hypothyroidism has been found to affect the hormonal function of the ovaries and has an antiestrogenic effect. Thyroid hormones in the puberty period are involved in the development of the sexual cycle. Hypothyroidism leads to an elongated sex cycle, the estrus stage was observed in a few hours and was only noticed in the second week of the experiment. The cell of the smears has not changed, this fact may indicate that hypothyroidism affects primarily the hormonal function of the ovaries and has an antiestrogenic effect, but not the formation of the hypothalamic-pituitary axis.

Key words: estrus; metestrus; diestrus; proestrus; female rat; hypothyroidism; puberty; hypothalamic-pituitary-gonadal axis.

Статья поступила в редакцию 12.05.2024 г.

УДК 591.112.2

ВЛИЯНИЕ 4-(1Н-1,2,4-ТРИАЗОЛ-1-ИЛ-МЕТИЛ)-ФЕНОЛА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА КРЫСЫ

А. Д. Дмитриева, Р. А. Зайнулин, И. Д. Романова

В данной работе получены результаты экспериментов, в которых было изучено влияние 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола на функциональную активность сердца крысы. Выбор этого соединения обусловлен его потенциальной биологической активностью, указывающей на возможный кардиопротекторный или, наоборот, кардиотоксический эффект. Для оценки влияния 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола были проведены эксперименты на лабораторных крысах. Электрическая активность сердца регистрировалась с помощью электрокардиографии (ЭКГ) в течение определённого периода времени до и после введения исследуемого соединения. Изучались следующие показатели электрической активности сердца крысы: частота сердечных сокращений, интервалы R-R, P-Q, Q-T, зубец P, комплекс QRS. Полученные данные продемонстрировали развитие брадикардии под воздействием исследуемого соединения. Это указывает на преобладание отрицательного хронотропного эффекта, то есть способности соединения снижать скорость сердечных сокращений.

Ключевые слова: электрокардиограмма; триазольное ядро; сердечно-сосудистая система; параметры ЭКГ.

Сердечно-сосудистые заболевания – группа патологий, которая включает болезни с функциональным расстройством работы миокарда, сосудов, артерий и вен. Наравне с онкологическими заболеваниями и диабетом, они прочно удерживают первенство среди самых распространённых и опасных болезней XX, а теперь уже и XXI века. Поэтому крайне важным является поиск новых лекарственных препаратов, обладающих кардиотропным действием. Весьма перспективными в этом плане являются химические производные триазола, которые применяются для лечения различных заболеваний.

Одним из возможных кандидатов на роль лекарственного препарата является 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенол. Это химическое соединение синтезировано на кафедре неорганической химии Самарского университета, и его фармакологические свойства до настоящего момента не изучались. В рамках данного исследования предполагалось исследование его кардиотропных свойств.

В последние годы синтез гетероциклических систем с высоким содержанием азота привлекает внимание многих фармацевтических компаний. Триазольное ядро является одним из наиболее важных гетероциклов, входящих в состав натуральных продуктов и лекарственных средств. Считается, что триазолы являются изостерами имидазолов, в которых атом углерода имидазола изостерически замещен азотом [1; 2]. Триазол относится к одному из пары изомерных химических соединений с молекулярной формулой $C_2H_3N_3$, имеющий пятичленное кольцо из двух атомов углерода и трёх атомов азота [3].

Производные триазола обладают разнообразной биологической активностью, такой как антибактериальная, противогрибковая, противовирусная, противотуберкулезная, противовоспалительная, обезболивающая, противоопухолевая, противосудорожная, стимулирующая сердечную деятельность и др.

© Дмитриева А. Д., Зайнулин Р. А., Романова И. Д., 2024.

Дмитриева Анастасия Дмитриевна (nastya.dmitrieva9898@gmail.com),

магистрант II курса биологического факультета;

Зайнулин Руслан Анасович (zajnullin63@inbox.ru), доцент;

Романова Ирина Дмитриевна (romanova_id@mail.ru),

доцент кафедры физиологии человека и животных Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Ядро 1,2,4-триазола было включено в широкий спектр терапевтически важных агентов, доступных в клинической терапии, таких как итраконазол, позаконазол, вориконазол (противогрибковый), рибавирин (противовирусный), ризатриптан, алпразолам (анксиолитик), тразодон (антидепрессант), летрозол и анастрозол (противоопухолевый) [4].

Триазол может быть полезен для разработки новых химических соединений, которые могли бы обладать большей эффективностью и меньшей токсичностью. Триазольное ядро входит в ряд клинически используемых препаратов, что подчеркивает его важность [5].

Условия и методы исследования

Исследования проводили в хронических опытах на 18 нелинейных половозрелых самцах крыс массой 150–250 г., наркотизированных уретаном. Животных делили на 3 опытных группы по 6 животных в каждой.

В рамках работы у всех животных была проведена регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) на фоне действия исследуемого соединения на 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 минутах эксперимента. С целью исследования зависимости «доза – эффект» применяли широкий диапазон концентраций вещества от 10^{-4} до 10^{-8} моль/л. Растворы ве-

щества вводили внутривенно в объёме 1 мл.

Запись ЭКГ проводили на электрокардиографе Альтон-03 при помощи стальных игольчатых электродов во втором стандартном отведении.

Определяли следующие показатели электрической активности сердца крысы: продолжительность зубца Р, интервалов R-R, P-Q, Q-T, комплекса QRS, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС).

По динамике колебаний временных параметров кривой электрической активности сердечной мышцы судили о кардиотропных свойствах исследуемого соединения.

Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков пользовались программным пакетом SigmaPlot. Статистически значимыми считались изменения со значениями: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Результаты

Анализ ЭКГ, зарегистрированных после внутривенных инъекций исследуемого вещества, позволил выявить характерные изменения временных параметров.

На рис. 1 показаны изменения частоты сердечных сокращений.

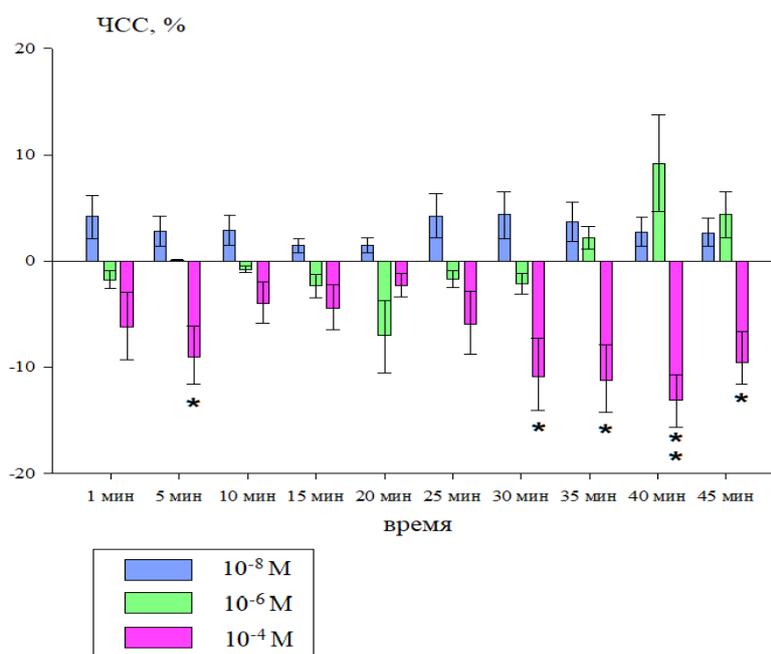


Рис. 1. Динамика изменений частоты сердечных сокращений на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 4-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола в концентрации 10^{-4} моль/л ЧСС имела тенденцию к уменьшению. Статистически значимые изменения наблюдались на 5, 30, 35, 40 и 45 минутах и составили $9,1 \pm 3,03\%$ ($p < 0,05$), $10,9 \pm 3,6\%$ ($p < 0,05$), $11,3 \pm 3,8\%$ ($p < 0,05$), $13,1 \pm 3,3\%$ ($p < 0,01$), $9,6 \pm 3,2\%$ ($p < 0,05$) соответственно.

На фоне действия 10^{-6} и 10^{-8} моль/л растворов статистически значимых изменений не выявлено.

На рис. 2 показаны изменения продолжительности интервала R-R.

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола в концентрации 10^{-4} моль/л интервал R-R стабильно увеличивался. Статистически значимые изменения наблюдались на 35, 40 и 45 минутах и составили $13,4 \pm 4,5\%$ ($p < 0,05$), $15,6 \pm 3,9\%$ ($p < 0,01$), $10,9 \pm 2,7\%$ ($p < 0,01$) соответственно.

На фоне действия 10^{-6} и 10^{-8} моль/л растворов статистически значимых изменений не выявлено.

На рис. 3 показаны изменения продолжительности интервала P-Q.

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола в концентрации 10^{-4} моль/л интервал P-Q увеличивался. Статисти-

чески значимых изменений данный параметр достиг на 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 минутах. Изменения составили $8,2 \pm 2,7\%$ ($p < 0,05$), $9,3 \pm 3,1\%$ ($p < 0,05$), $5,7 \pm 1,9\%$ ($p < 0,05$), $6,7 \pm 2,2\%$ ($p < 0,05$), $8,6 \pm 2,9\%$ ($p < 0,05$), $10,9 \pm 2,7\%$ ($p < 0,01$), $10,3 \pm 3,4\%$ ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем.

На фоне действия 10^{-6} и 10^{-8} моль/л растворов статистически значимых изменений не выявлено.

На рис. 4 показаны изменения продолжительности интервала Q-T.

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола длительность интервала Q-T не изменялась. На фоне действия растворов во всем исследуемом диапазоне концентраций статистически значимых изменений не выявлено.

На рис. 5 показаны изменения продолжительности зубца P.

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола в концентрации 10^{-4} моль/л продолжительность зубца P имела тенденцию к увеличению. Изменения достигли статистически значимых изменений на 1 и 35 минуте и составили $81,3 \pm 27,1\%$ ($p < 0,05$), $26,9 \pm 8,9\%$ ($p < 0,05$).

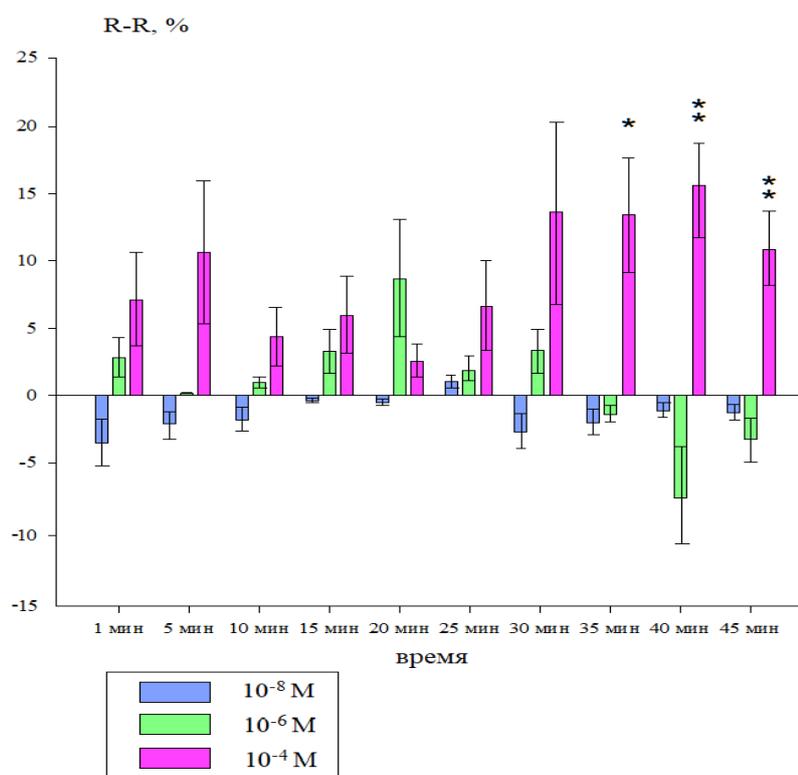


Рис. 2. Динамика изменений интервала R-R на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

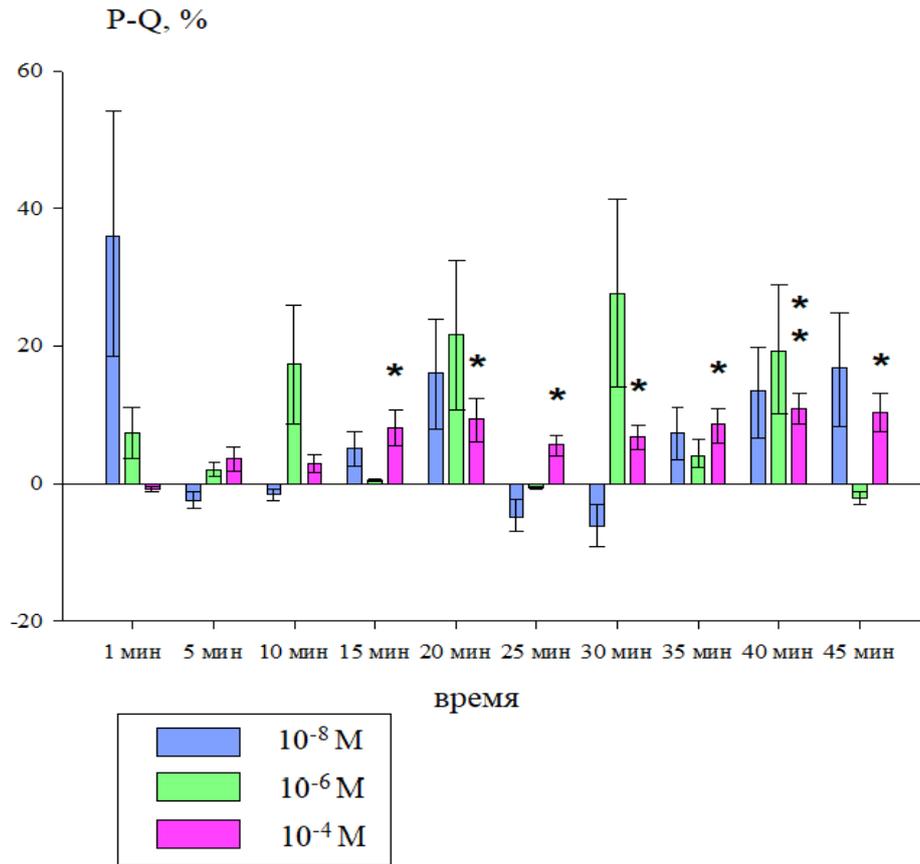


Рис. 3. Динамика изменений интервала P-Q на фоне действия 10⁻⁸ М, 10⁻⁶ М и 10⁻⁴ М растворов 4-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

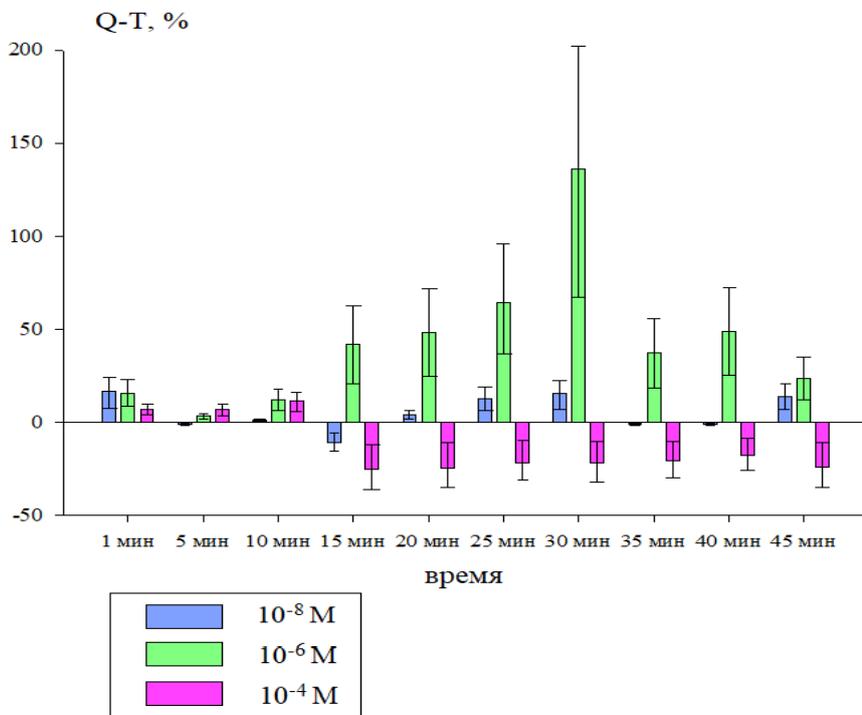


Рис. 4. Динамика изменений интервала Q-T на фоне действия 10⁻⁸ М, 10⁻⁶ М и 10⁻⁴ М растворов 4-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

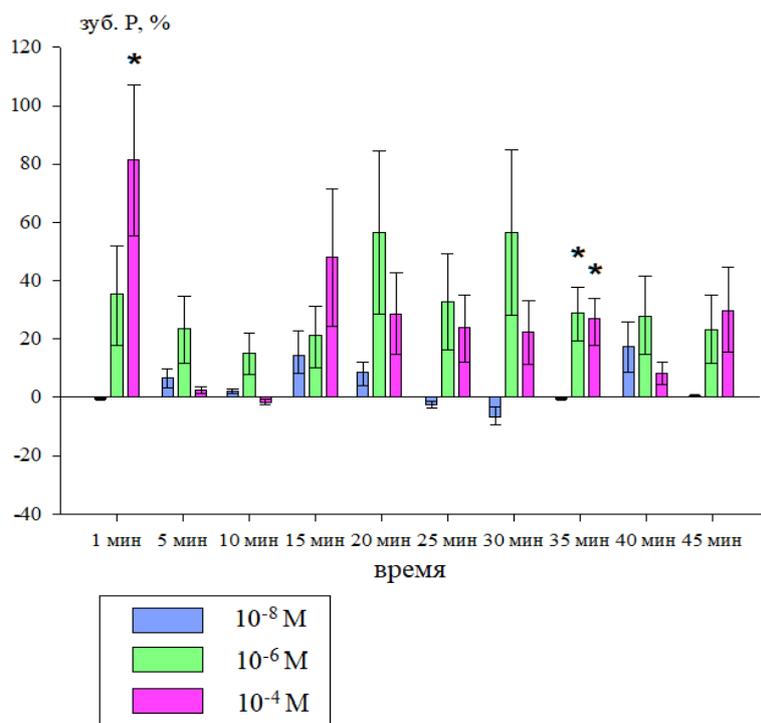


Рис. 5. Динамика изменений зубца Р на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

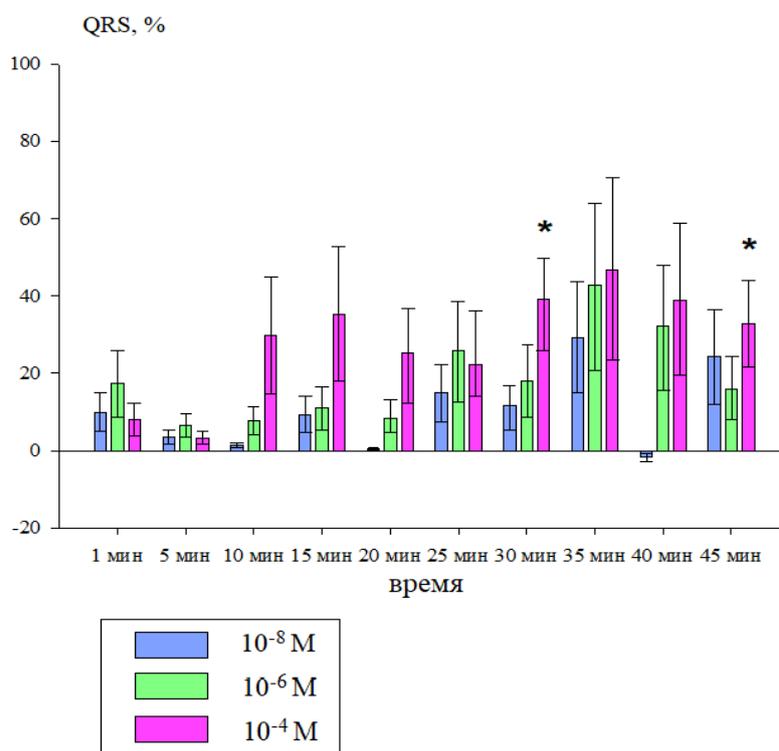


Рис. 6. Динамика изменений комплекса QRS на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола (в % от исходного уровня)

На фоне действия раствора в концентрации 10^{-6} моль/л продолжительность зубца Р также увеличивалась. Статистически значимое изменение наблюдалось на 35-й минуте и составило $29,1 \pm 9,7\%$ ($p < 0,05$).

На фоне действия 10^{-8} моль/л раствора статистически значимых изменений не выявлено.

На рис. 6 показаны изменения продолжительности комплекса QRS.

При введении 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола в концентрации 10^{-4} моль/л комплекс QRS имел тенденцию к увеличению. Изменения достигли статистически значимых изменений на 30 и 45 минутах и составили $39,1 \pm 13,03$ % ($p < 0,05$), $32,8 \pm 10,9$ % ($p < 0,05$) соответственно.

На фоне действия растворов в концентрациях 10^{-6} и 10^{-8} моль/л статистически значимых изменений не обнаружено.

Обсуждение полученных результатов

Проанализировав экспериментальные данные, полученные при изучении влияния 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенола на функциональное состояние сердца крысы в концентрации 10^{-4} моль/л, мы выявили следующие изменения временных параметров электрокардиограммы.

Длительность желудочкового комплекса QRS претерпевала изменения в сторону увеличения. Увеличение длительности данного комплекса может происходить из-за блокады системы Пуркинью, в результате чего сердечный импульс в желудочках проводится не по проводящим волокнам, а по сократительному миокарду. В этой связи блокада одной из ножек А-В пучка приводит к увеличению продолжительности комплекса QRS [6].

При введении исследуемого соединения в концентрации 10^{-4} моль/л наблюдалась также тенденция к снижению частоты сердечных сокращений и увеличение интервала R-R, который отражает продолжительность сердечного цикла.

Интервал P-Q имел тенденцию к увеличению. Это можно расценивать как атрио-вентрикулярную блокаду. То есть, чем длиннее данный интервал, тем за больший период времени проводится импульс через атрио-вентрикулярное соединение. При полной блокаде гемодинамика может значительно нарушаться, сопровождаясь крайне низкой частотой сердцебиения, а также низким сердечным выбросом [7].

Продолжительность зубца P также увеличивалась, что может указывать на нарушение проведения импульса по предсердиям.

Можно предположить, что тенденция урежения частоты сердечных сокращений в сочетании с увеличением продолжительности интервала P-Q, R-R, зубца P и комплекса QRS

может свидетельствовать о развитии брадикардии.

Характер изменений (развитие брадикардии), отмеченных в данной работе, можно связать с преобладанием в действии этого соединения отрицательного хронотропного эффекта. Оно может действовать как непосредственно на пейсмейкерную систему сердца, так и системно, на уровне целостного организма.

Однако, эффекты, выявленные у исследуемого соединения, не позволяют делать четкие прогнозы о положительном или отрицательном действии вещества и о возможности использования его в качестве лекарственного средства.

С одной стороны, замедление работы сердца приводит к неэффективному кровоснабжению всех органов тела. В результате клетки начинают испытывать кислородное голодание (гипоксию). Это особенно опасно для головного мозга. Также при выраженной брадикардии существует риск полной остановки сердца.

С другой стороны, согласно данным Рашида Аль-Салахи был обнаружен новый ряд производных 1,2,4-триазоло[1,5-а]хинолина, некоторые из которых полностью устраняют тахикардию [8].

Возможно, что 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенол обладает сходным эффектом, поскольку в нашей работе также выявлено снижение частоты сердечных сокращений. Однако для подтверждения полученных данных необходимо дальнейшее изучение свойств данного соединения.

Заключение

Таким образом, в данном исследовании было продемонстрировано, что 4-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенол оказывает выраженное влияние на сердечную деятельность, что находит отражение в изменении временных составляющих электрической активности миокарда: увеличении интервалов R-R, P-Q, комплекса QRS и продолжительности зубца P, а также урежении частоты сердечных сокращений.

Благодарности

Авторы выражают признательность профессору кафедры неорганической химии

Самарского университета Зое Петровне Белоусовой за 4-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-фенол, любезно предоставленный для исследований.

Литература

1. Triazole as Pharmaceuticals Potentials / R. Kumar, M. Shahar Yar, S. Chaturvedi [et al.] // *Inter. J. Pharm. Tech. Res.* 2013. Vol. 5. № 4. P. 1844–1869.
2. Saini M. S. A Review: Synthesis and Biological significances of 1,2,4-triazole and its derivatives // *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 2014. № 24. P. 2866–2879.
3. Siddiqui N., Ahsan W., Alam M. S. Triazoles: as potential bioactive agents // *J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2011. № 8. P. 161–169.
4. Strzelecka M., Swiatek P. 1,2,4-Triazoles as Important Antibacterial Agents // *Pharmaceuticals.* 2021. № 14 (3). P. 224.
5. Asif M. Pharmacological activities of Triazole analogues as antibacterial, antifungal, antiviral agents // Department of Pharmacy, Guru Ram Das (PG) Institute of Management and Technology. 2017. Vol. 1. № 5. P. 6.
6. Уменьшение вольтажа электрокардиограммы. Увеличение продолжительности комплекса QRS [Электронный ресурс]. URL: <https://meduniver.com/Medical/Physiology/565.html> (дата обращения: 14.09.2024).
7. Physiologic heart rate dependency of the PQ interval and its sex differences [Text] / O. Toman, K. Hnatkova, P. Smetana // *Scientific Reports.* 2020. Vol. 10. № 1. P. 2551.
8. Biological effects of a new set 1,2,4-triazolo[1,5-a]quinazolines on heart rate and blood pressure / R. Al-Salahi, K. E. El-Tahir, I. Alswaidan [et al.] // *Chem. Cent. J.* 2014. Vol. 8. № 1. P. 3.

EFFECT OF 4-(1H-1,2,4-TRIAZOLE-1-YL-METHYL)-PHENOL ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE RAT HEART

A. D. Dmitrieva, R. A. Zainulin, I. D. Romanova

In this paper, the results of experiments were obtained in which the effect of 4-(1H-1,2,4-triazole-1-yl-methyl)-phenol on the functional activity of the rat's heart. The choice of this compound is due to its potential biological activity, indicating a possible cardioprotective or, conversely, cardiotoxic effect. To assess the effect of 4-(1H-1,2,4-triazole-1-yl-methyl)-phenol, experiments were conducted on laboratory rats. The electrical activity of the heart was recorded using electrocardiography (ECG) for a certain period of time before and after administration of the test compound. The following indicators of the electrical activity of the rat's heart were studied: heart rate, R-R, P-Q, Q-T intervals, P wave, QRS complex. The data obtained demonstrated the development of bradycardia under the influence of the studied compound. This indicates the predominance of a negative chronotropic effect, that is, the ability of the compound to reduce the heart rate.

Key words: electrocardiogram; triazole nucleus; cardiovascular system; ECG parameters.

Статья поступила в редакцию 30.11.2024 г.

© Dmitrieva A. D., Zainulin R. A., Romanova I. D., 2024.
 Dmitrieva Anastasia Dmitrievna (nastya.dmitrieva9898@gmail.com),
 2nd-year undergraduate student of the Faculty of Biology;
 Zainulin Ruslan Anasovich (zajnulin63@inbox.ru), associate professor;
 Romanova Irina Dmitrievna (romanova_id@mail.ru),
 associate professor of the Department of Human and Animal Physiology of Samara University,
 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 591.112.2

ВЛИЯНИЕ 1Н-БЕНЗИМИДАЗОЛ-2-ИЛ-МЕТАНОЛА НА ФУНКЦИОНАЛЬ-НУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА КРЫСЫ

М. К. Ивченко, Р. А. Зайнулин, И. Д. Романова

В данной работе продемонстрировано влияние 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола на функциональную активность сердца крыс как возможного кандидата на роль препарата для фармакологической коррекции различных нарушений в сердечно-сосудистой системе. Объектом исследования являлись 18 нелинейных половозрелых крыс самцов массой 150–250 г, наркотизированных уретаном. Животные были разделены на 3 экспериментальные группы по 6 особей в каждой. Изучались такие основные параметры ЭКГ крысы, как продолжительность зубца Р, интервалы Р-Q, Q-T, R-R, комплекс QRS, а также частота сердечных сокращений. Характер наблюдаемых в данной работе изменений можно объяснить преобладанием отрицательного хронотропного эффекта в действии предлагаемого для исследования вещества, который может быть полезен при лечении тахикардии.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений; интервалы Р-Q; Q-T; R-R; зубец Р; комплекс QRS; сердечно-сосудистые заболевания.

Сердечно-сосудистые заболевания являются ведущей причиной высокой смертности и одним из основных факторов снижения качества жизни. Для лечения сердечно-сосудистых заболеваний применяются различные лекарственные препараты и постоянно осуществляется разработка новых. Одним из возможных кандидатов на роль такого препарата является 1Н-бензимидазол-2-ил-метанол, который является химическим производным бензимидазола и синтезирован на кафедре неорганической химии Самарского университета.

Среди всех известных азотсодержащих гетероциклов бензимидазольный фрагмент признан необходимым и хорошо известным составляющим биологически важных молекул в фармацевтической химии [1]. Бензимидазольное ядро встречается во множестве природных соединений и имеет большое значение в медицинской химии. Благодаря своим выдающимся фармакологическим свойствам бензимидазолы стали важным фармакофором при разработке лекарств и прошли скрининг на широкий спектр биологической активности [2].

Производные бензимидазола обладают широким спектром биологической активности, включая противоопухолевую, антипролиферативную, антипаразитарную, антиоксидантную, противовирусную, антимикробактериальную, антигиперлипидемическую и др.

Некоторые производные бензимидазола обладают и кардиопротекторным действием. В частности, это было обнаружено во время эксперимента с фабомотизолом, которое является действующим веществом препарата Афобазол. Афобазол предотвращал развитие патологического ремоделирования миокарда, поддерживал его инотропную функцию, снижал уровень в плазме крови натрийуретического пептида головного мозга, известного как биохимический маркер хронической сердечной недостаточности. В миокарде афобазол подавлял сверхэкспрессию генов, индуцируемых при хронической сердечной недостаточности и оцениваемых по соответствующим уровням РНК, которые кодируют ангиотензин (AT1A-R), вазопрессин (V1A-R), и глюкокортикоидные (GR) рецепторы, а также

© Ивченко М. К., Зайнулин Р. А., Романова И. Д., 2024.

Ивченко Майя Константиновна (mayivchenko@gmail.com), магистрант II курса биологического факультета;

Зайнулин Руслан Анасович (zajnuln63@inbox.ru), доцент;

Романова Ирина Дмитриевна (romanova_id@mail.ru),

доцент кафедры физиологии человека и животных Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

белок Ерас2. Выявленные биохимические изменения согласуются с данными о кардиопротекторном действии афобазола [3]. Данное обстоятельство послужило основанием для изучения кардиотропных свойств 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола.

Условия и методы исследования

Исследования проводили в хронических опытах на 18 нелинейных половозрелых самцах крыс массой 150–250 г., наркотизированных уретаном. Животных делили на 3 опытных группы по 6 животных в каждой. У всех животных регистрировали электрокардиограмму (ЭКГ) на фоне действия исследуемого соединения на 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 минутах эксперимента. С целью исследования зависимости «доза – эффект» применяли широкий диапазон концентраций вещества от 10^{-4} М до 10^{-8} М. Растворы вещества вводили внутривенно в объеме 1 мл.

Запись ЭКГ проводили на электрокардиографе Альтон – 03 при помощи стальных игольчатых электродов во втором стандартном отведении.

В экспериментах определялось влияние вещества на основные параметры ЭКГ: продолжительность зубца Р, интервалов Р-Q, Q-T, R-R и комплекса QRS, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Динамика колебаний продолжительности интервалов и изменений частоты сердечных сокращений позволили судить о кардиотропных свойствах исследуемого соединения. Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков был использован программный пакет Sigma Plot. Статистически значимым считали изменения со значениями от $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ электрокардиограмм, зарегистрированных после введения исследуемого соединения, дал возможность сделать выводы о характере изменений временных параметров ЭКГ.

На рис. 1 показаны изменения частоты сердечных сокращений.

При введении раствора 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола в концентрации 10^{-4} М ЧСС имела тенденцию к снижению. Статистически значимые значения были достигнуты на 35, 40 и 45 минутах и составили $6,89 \pm 2,30$ % ($p < 0,05$); $7,84 \pm 1,96$ % ($p < 0,01$) и $6,35 \pm 1,59$ % ($p < 0,01$).

При действии исследуемого соединения в более низких концентрациях статистически значимых изменений ЧСС не отмечалось. На рис. 2 показаны изменения продолжительности интервала R-R.

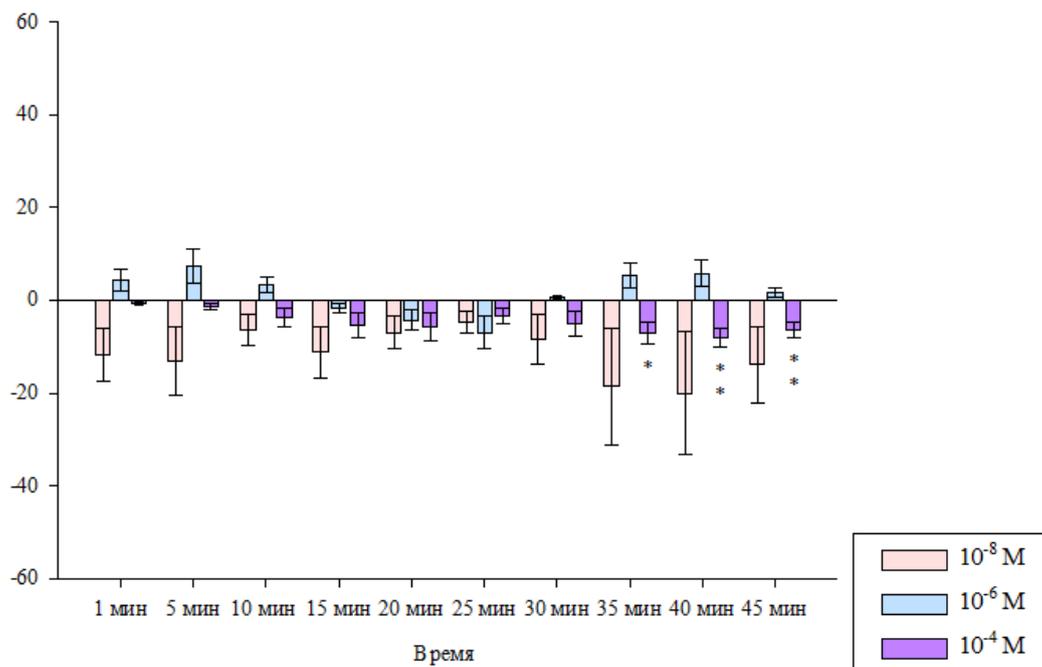


Рис. 1. Динамика изменений частоты сердечных сокращений на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

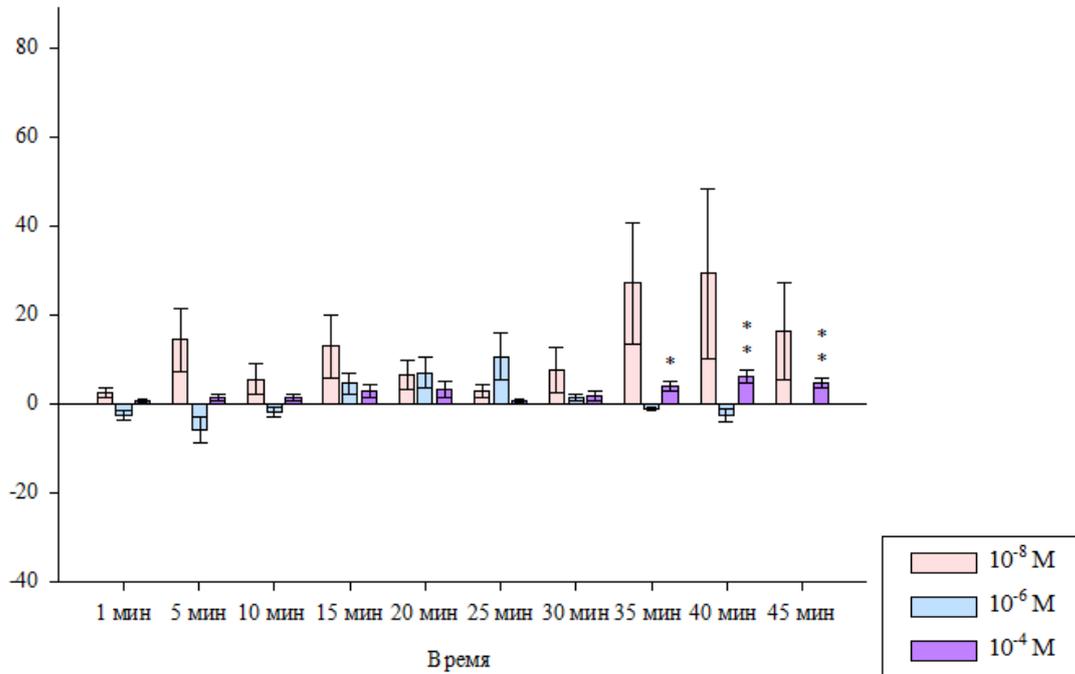


Рис. 2. Динамика изменений интервала R-R на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

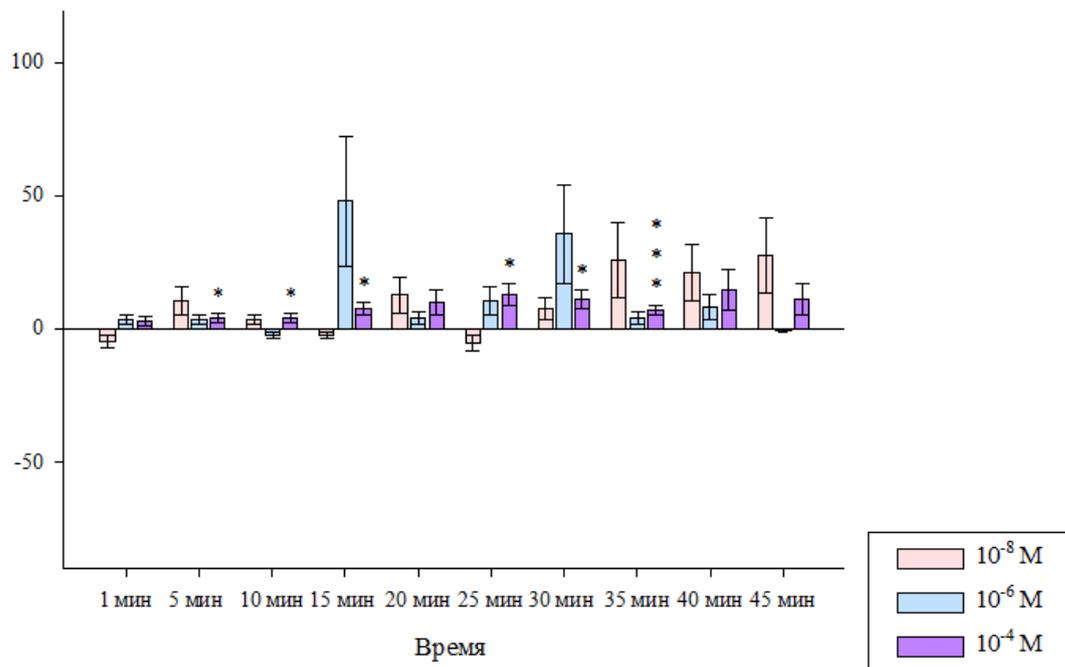


Рис. 3. Динамика изменений интервала P-Q на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

При введении раствора 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола в концентрации 10^{-4} М происходило увеличение длительности интервала R-R на 35, 40 и 45 минутах. Изменения составили $4,25 \pm 1,42$ % ($p < 0,05$); $6,34 \pm 1,59$ % ($p < 0,01$) и $5,02 \pm 1,26$ % ($p < 0,01$) соответственно.

На фоне действия растворов в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-8} М статистически значи-

м изменений не обнаружено. На рис. 3 показаны изменения продолжительности интервала P-Q.

На фоне действия раствора 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола в концентрации 10^{-4} М интервал P-Q удлинялся на 5, 10, 15, 25, 30 и 35 минутах эксперимента. Изменения составили $4,30 \pm 1,43$ % ($p < 0,05$); $4,30 \pm 1,43$ % ($p < 0,05$); $7,62 \pm 2,54$ % ($p < 0,05$); $12,95 \pm 4,32$ % ($p < 0,05$); $11,29 \pm 3,76$ % ($p < 0,05$) и $7,08 \pm 1,42$ %

($p < 0,001$) по сравнению с исходным уровнем.

На фоне действия растворов в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-8} М статистически значимых изменений не обнаружено.

На рис. 4 показаны изменения продолжительности интервала Q-T. Как видно из рис. 4, статистические значимые изменения интервала Q-T отсутствуют.

На рис. 5 показаны изменения продолжительности зубца Р. При введении раствора 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола в концентрации 10^{-4} М было выявлено увеличение

длительности зубца Р на 20, 25, 35 и 45 минутах эксперимента. Изменения составили $10,63 \pm 3,54$ % ($p < 0,05$); $16,96 \pm 5,65$ % ($p < 0,05$); $12,39 \pm 4,13$ % ($p < 0,05$) и $14,15 \pm 4,72$ % ($p < 0,05$) соответственно.

При действии растворов исследуемого соединения в концентрациях 10^{-6} М и 10^{-8} М продолжительность зубца Р статистически значимых изменений не достигала. На рис. 6 показаны изменения продолжительности комплекса QRS.

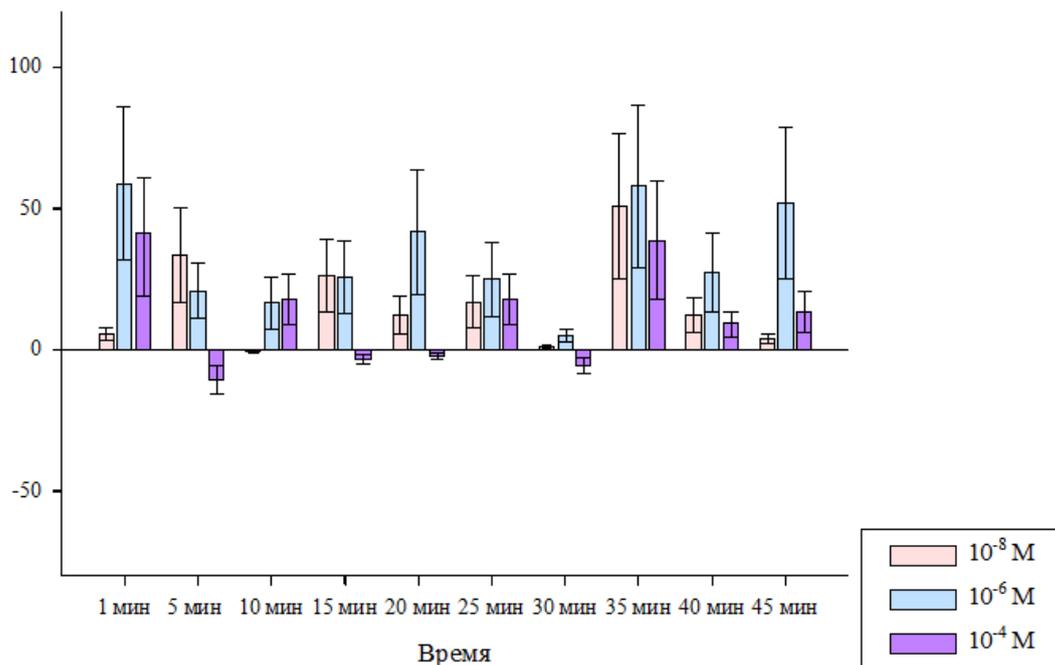


Рис. 4. Динамика изменений интервала Q-T на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

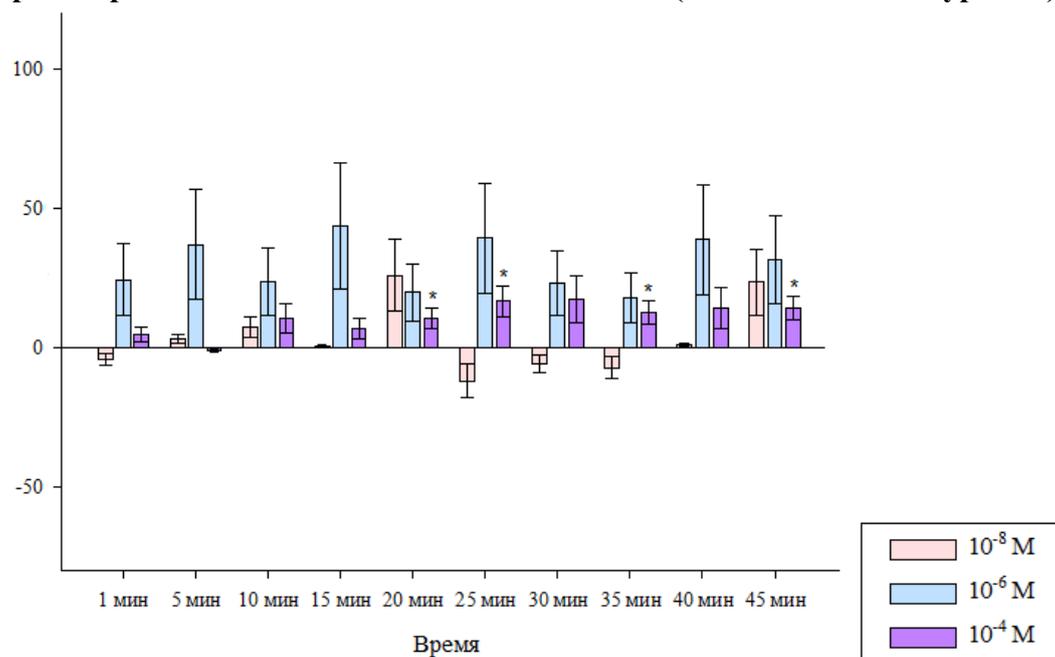


Рис. 5. Динамика изменений продолжительности зубца Р на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

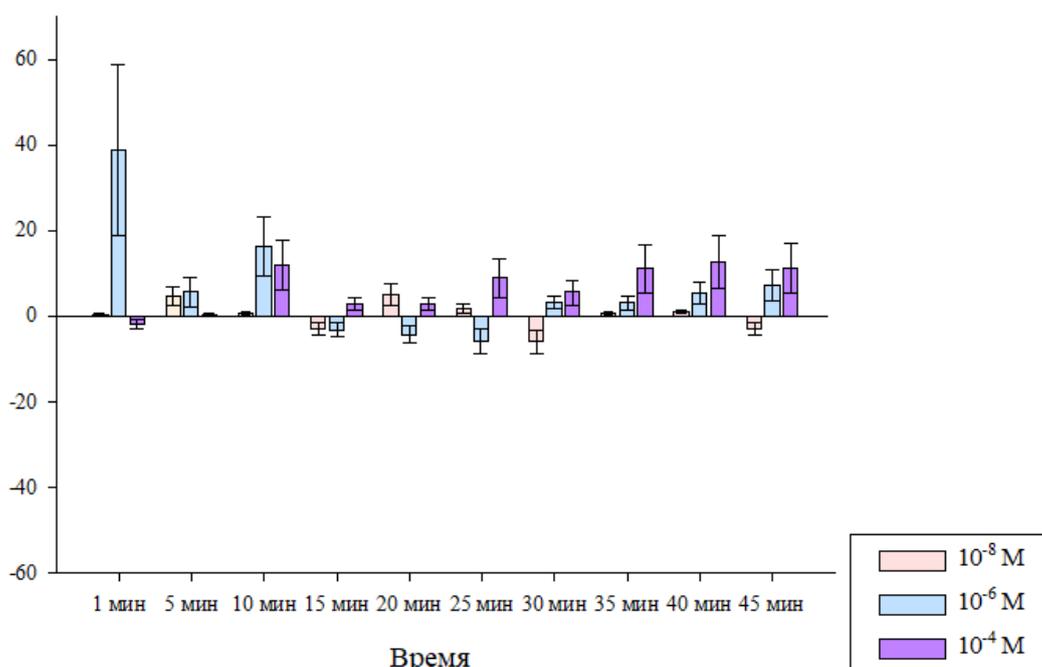


Рис. 6. Динамика изменений комплекса QRS на фоне действия 10^{-8} М, 10^{-6} М и 10^{-4} М растворов 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола (в % от исходного уровня)

Как видно из данного рисунка, статистически значимые изменения продолжительности комплекса QRS отсутствуют.

Обсуждение полученных результатов

Анализ экспериментальных данных, полученных при изучении влияния 1Н-бензимидазол-2-ил-метанола на функциональное состояние сердца крысы, позволил выявить изменения основных временных параметров ЭКГ.

Как показали проведенные исследования, 1Н-бензимидазол-2-ил-метанол вызывал изменение некоторых параметров ЭКГ в концентрации 10^{-4} моль/л. Так, наблюдалось уменьшение частоты сердечных сокращений и увеличение интервала RR. Данный интервал характеризует продолжительность одного кардиоцикла, используется для расчета частоты сердцебиений и позволяет оценить степень проявления автоматизма. Полученные нами данные могут свидетельствовать о тенденции развития брадикардии.

Интервал PQ в экспериментах увеличивался. Данный интервал соответствует времени прохождения электрического импульса по предсердиям и атриовентрикулярному узлу до миокарда желудочков [4]. Причины удлинения интервала PQ могут быть вызваны ухудшением проводимости АВ-узла.

Продолжительность зубца P также увеличивалась. Данный зубец отражает деполяризацию правого и левого предсердий [5]. Продолжительность зубца P характеризует скорость проведения возбуждения по предсердиям. В норме она составляет не более 0,1 с. При увеличении продолжительности зубца P выше нормы диагностируют предсердную блокаду [4].

Таким образом, характер изменений, отмеченных в данной работе, можно связать с преобладанием в действии исследованного соединения отрицательного хронотропного эффекта, что проявляется в замедлении ритма сердечных сокращений [6]. Данный эффект может быть опасен при брадикардии, повышая риск смерти от остановки сердца, но может быть перспективным при лечении тахикардии. Неизвестно, как данное вещество влияет на другие системы организма, что не дает возможности делать четкие прогнозы о возможности использования его для фармакотерапевтической коррекции различных нарушений деятельности сердечно-сосудистой системы. Поэтому, требуется дальнейшее исследование фармакологических свойств данного химического соединения.

Заключение

Таким образом, в данном исследовании было продемонстрировано, что 1Н-бензими-

дазол–2–ил–метанол оказывает отрицательный хронотропный эффект, на что указывают характерные изменения параметров электрокардиограммы.

Благодарности

Авторы выражают признательность профессору кафедры неорганической химии Самарского университета Зое Петровне Белосусовой за 1H–бензимидазол–2–ил–метанол, любезно предоставленный для исследований.

Литература

1. Medicinal significance of benzothiazole scaffold: an insight view / P. Ch. Sharma [et al.] // *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2013. Vol. 28 (2). P. 240–266.
2. Wang M., Han X., Zhou Z. New substituted benzimidazole derivatives: a patent review

(2013–2014) // *Expert Opin. Ther. Pat.* 2015. Vol. 25 (5). P. 595–612.

3. On the Mechanism of the Cardioprotective Action of σ_1 Receptor Agonist Anxiolytic Fabomotizole Hydrochloride (Afobazole) / S. A. Kryzhanovskii [et al.] // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2018. Vol. 165 (5). P. 660–664.

4. Синьков А. В., Синькова Г. М. *Анатомо-физиологические основы*. Иркутск: ИГМУ, 2015. 15 с.

5. Иванов Г. Г., Лещинский С. П., Буланова Н. А. Морфология зубца Р электрокардиограммы в дифференциальной диагностике наджелудочковых нарушений ритма сердца // *Сеченовский вестник*. 2013. № 2 (12). С. 44–51.

6. Заика Э. М. *Физиология сердечно-сосудистой системы: Конспективный текст лекций*. Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2005. 53 с.

EFFECT OF 1H-BENZIMIDAZOLE-2-YL-METHANOL ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE RAT HEART

M. K. Ivchenko, R. A. Zainulin, I. D. Romanova

This work demonstrates the effect of 1H-benzimidazole-2-yl-methanol on the functional activity of the rat heart as a possible candidate for the role of a drug for the pharmacological correction of various disorders in the cardiovascular system. The object of the study were 18 non-linear sexually mature male rats weighing 150-250 g, anesthetized with urethane. The animals were divided into 3 experimental groups of 6 individuals each. The main parameters of the rat ECG were studied, such as the duration of the P wave, the intervals P-Q, Q-T, R-R, the QRS complex, as well as the heart rate. The nature of the changes observed in this work can be explained by the predominance of the negative chronotropic effect in the action of the substance proposed for study, which can be useful in the treatment of tachycardia.

Key words: heart rate; P-Q; Q-T; R-R intervals; P wave; QRS complex; cardiovascular diseases.

Статья поступила в редакцию 30.11.2024 г.

УДК 379.822

ИНТЕРАКТИВНОЕ ВЫСТАВОЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО «УМНЫЙ ДОМ БАБОЧЕК»

Е. М. Инюшкина, С. А. Сачков, Т. А. Трофимова, С. О. Князькин, А. М. Пивнева

В данной работе описывается история создания интерактивного выставочного пространства «Умный дом бабочек», а также рассматривается его структура, цели и задачи и планы дальнейшего развития данного структурного подразделения. Лекторий оснащён демонстрационной техникой и существует в виде мобильного пространства, легко реорганизуемого под различные виды активности посетителей: «лаборатория», «лекция», «игровое познавательное пространство». Инсектарий – специализированное помещение для содержания и разведения бабочек. Выставочная экспозиция включает несколько сменных секций, основой которой служит коллекция бабочек профессора Сачкова С. А. В пространстве виртуальной реальности посетителям демонстрируются бабочки в 3D модели при помощи очков виртуальной реальности.

Ключевые слова: межкафедральная лаборатория систематики животных и фаунистики; коллекция чешуекрылых; коллекция бабочек; Самарский университет.

В классических университетах как в центрах накопления научного знания всегда формировался запрос на создание коллекционных фондов, представляющих базу для исследований и развития представлений о принципах и методах систематизации и унификации научных понятий (знаний). Естественнонаучные университетские коллекции являются не только значимым средством образовательного процесса, но и в целом отражают состояние и развитие университетских научно-исследовательских школ как в прикладных, так и в фундаментальных (теоретических) аспектах создания научного знания. Такие коллекции служат средством верификации фактологии в научном эксперименте и фиксируют большой спектр признаков естественного состояния поля эксперимента в конкретном срезе времени. Тем не менее научная и учебно-вспомогательная проблематика не ограничивает функционирование университетских коллекций. Как показывает

практика и история ведения известных академических и университетских коллекционных собраний (Зоологический музей Зоологического института РАН, (г. Санкт-Петербург), Зоологический музей МГУ, (г. Москва)), непрерывное пополнение коллекционных фондов приводит к необходимости презентации коллекции и ее тематического конструирования в условиях музейной демонстрационной базы для более широкого круга людей в познавательных, культурно-образовательных и краеведческих целях [1; 2].

В настоящее время в Самарском университете существуют два естественнонаучных коллекционных собрания, функционирующих на базе биологического факультета: коллекция сосудистых растений (Гербарий SV), созданная профессором Т. И. Плаксиной и её учениками и Коллекции чешуекрылых лаборатории систематики животных и фаунистики, основанной профессором С. А. Сачко-

© Инюшкина Е. М., Сачков С. А., Трофимова Т. А., Князькин С. О., Пивнева А. М., 2024.

Инюшкина Елена Михайловна (inyushkina@mail.ru),

доцент кафедры физиологии человека и животных;

Сачков Сергей Анатольевич (anapostibes@yandex.ru),

профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы;

Трофимова Татьяна Александровна (arame@mail.ru), учебный мастер межкафедральной лаборатории систематики животных и фаунистики;

Князькин Савелий Олегович (thanatophobia@gmail.com), магистрант I курса;

Пивнева Анастасия Максимовна (otpotmnastya@mail.ru),

магистрант I курса биологического факультета Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

вым. Коллекционные материалы по чешуекрылым в настоящее время публично представлены в тематической просветительной экспозиции Интерактивного выставочного пространства «Умный дом бабочек», которое является структурным подразделением Самарского университета.

История собрания чешуекрылых или бабочек Самарского университета насчитывает не одно десятилетие, но официальная дата отсчёта приурочена ко времени открытия межкафедральной лаборатории систематики животных и фаунистики на биологическом факультете Самарского государственного университета (в настоящее время Самарский университет) в 1995 году. Ее бессменным заведующим стал Сергей Анатольевич Сачков, чья коллекция чешуекрылых и специализированная научная библиотека стали первым тематическим наполнением лаборатории. Изначально коллекционные материалы насчитывали около 3 тысяч систематизированных и смонтированных экземпляров, включавших около тысячи таксонов как высших булавоусых и разноусых бабочек, так и низших, так называемых молевидных чешуекрылых, представленность которых в то время можно было увидеть только в крупных академических коллекционных фондах Санкт-Петербурга, Москвы и Владивостока. Более того, коллекция С. А. Сачкова включала не только виды из региональной фауны, но и виды, собранные в университетских экспедициях на Дальний Восток. С. А. Сачковым были установлены тесные связи и сотрудничество со специалистами из Зоологического института РАН и Зоологического музея МГУ, а также с коллегами из Ульяновской, Саратовской, Астраханской, Оренбургской и др., областей. За годы существования лаборатории работы по фаунистической инвентаризации чешуекрылых Самарской области и Волго-Уральского региона, которые продолжаются и в настоящее время позволили увеличить коллекционные фонды почти в 30 раз в отношении количества экземпляров и в 20 раз выросла представленность видового разнообразия чешуекрылых в коллекции. Репрезентативность материалов коллекции чешуекрылых лаборатории изначально позволила выполнять не только диагностические и фаунистические работы, но и затрагивать острые научные вопросы систематики чешуекрылых. На базе коллекции были

проведены таксономические и филогенетические ревизии различных родовых групп чешуекрылых мировой фауны и описаны более 20-ти ранее неизвестных видов для науки. Общая информативность и доступность коллекции для обработки пользуется немалым интересом как со стороны коллег-фаунистов из разных регионов России и Европы, так и научных специалистов по узким группам чешуекрылых в сотрудничестве с которыми решаются многие вопросы: каталогизации коллекции, уточнений видовой принадлежности и современной систематики чешуекрылых. Материалы коллекции по региональным видам легли в основу многолетнего цикла статей "Fauna lepidopterologica Volgo-Uralensis": from P. Pallas to present day" [3–17] и обобщающей одноименной монографии [18], а также вошли в Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России [19–20]. В результате сотрудничества с музеями естественнонаучной направленности, российскими и зарубежными коллегами-лепидоптерологами и накопленного обменного коллекционного фонда лаборатории коллекция постоянно пополняется новыми видами бабочек из регионов Южной Америки, Северной Америки, Передней, Центральной и Юго-Восточной Азии, Африки и др. Коллекционные фонды лаборатории постоянно прирастают благодаря вливанию частных старинных и современных коллекций. Таким образом в стенах лаборатории оказались региональные сборы, известных коллекционеров: самарского врача Ю.Тиффа, чьи материалы представлены началом прошлого века; коллекция бабочек профессора Д. Н. Флорова была частично передана для восстановления в лабораторию систематики животных и фаунистики; известного архитектора и коллекционера Ю. Тимошенко и др. В дар лаборатории профессорами В. В. Аникиным (Саратовский Университет) и В. В. Золотухиным (Ульяновский педагогический университет) были переданы уникальные собрания видов из Африки, Среднего и Нижнего Поволжья, Киргизии и Монголии, полностью смонтированные коллекции бражников Вьетнама. В настоящее время коллекция чешуекрылых лаборатории систематики животных и фаунистики насчитывает около 100 тысяч экземпляров, среди которых каталогизированную и смонтированную часть коллекции можно оценить в 30000 экземпляров и около 4000 видов. Коллекция является крупнейшей в Приволж-

ском Федеральном округе и входит в пятерку самых полных коллекций Российской Федерации.

Работы по монтажу и обработке фондов далеки от завершения и требуют дальнейшей трудоемкой и наукоемкой работы. Таким образом, информационная насыщенность настоящего собрания чешуекрылых в стенах лаборатории предопределила возможность предоставить часть коллекционных фондов для популярной образовательной демонстрации в стенах специально созданного выставочного пространства «Умный дом бабочек».

В 2023 году Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева открыл для посещения новое структурное подразделение – интерактивное выставочное пространство «Умный Дом Бабочек», на территории которого размещена комбинированная экспозиция, включающая в себя выставку бабочек и зал виртуальной реальности, где с помощью специальных технических средств можно ознакомиться с цифровой копией коллекции чешуекрылых.

Оцифровка экспонатов коллекции профессора Сачкова С. А. осуществляется сотрудниками института искусственного интеллекта Самарского университета.

Интерактивное выставочное пространство «Умный дом бабочек» является уникальным проектом Самарского университета, включающим комбинированную экспозицию:

- энтомологические коробки с бабочками и информационные стенды;
- инсектарий с живыми бабочками;
- зал виртуальной реальности;
- лабораторно-лекционное пространство;
- интерактивный стол;
- интернет-портал.

Задачи, которые ставят сотрудники «Умного дома бабочек»:

- продвижение интерактивного выставочного пространства «Умный дом бабочек» в качестве туристического аспекта развития Самарской области;
- продвижение достижений и повышение конкурентоспособности исследований ученых Самарского университета в России и в мире;
- повышение интереса детей и молодежи к естественным наукам;
- привлечение исследователей из других регионов России и стран;

- создание цифровых копий коллекции чешуекрылых (цифровой каталог бабочек), имеющихся в коллекции ученых Самарского университета.

В помещении, расположенном на 1-м этаже корпуса 22 (г. Самара, ул. Ак. Павлова, 1) Самарского университета размещены следующие экспозиции.

1) Лекторий. В нём располагаются рабочие места, оснащённые микроскопами и отдельно отведённые для препаратов секции. Лекторий оснащён демонстрационной техникой и существует в виде мобильного пространства, легко реорганизуемого под различные виды активности посетителей: «лаборатория», «лекция», «игровое познавательное пространство» (рис. 1).

2) Инсектарий – специализированное помещение для содержания и разведения бабочек. Он украшен растениями и другими аксессуарами, полностью прозрачный, создаёт впечатление визуализации у посетителей. Чтобы куколки и бабочки чувствовали себя комфортно, здесь соблюдается влажность 70–90 % и температура воздуха от 24 до 26 градусов. Для этого инсектарий оснащён необходимым специальным оборудованием (рис. 2).

3) Выставочная экспозиция. Она включает несколько сменных секций. Основой выставки служит коллекция бабочек профессора Сачкова С. А. (рис. 3).

4) Пространство виртуальной реальности. Посетителям Умного дома демонстрируются бабочки в 3D модели при помощи очков виртуальной реальности, полная информация о них и графические движения (взмах крыльев, полёт бабочки и некоторые другие).

Также на сегодняшний день проводится съемка и оцифровка экспонатов для пополнения созданного интернет-портала, чтобы предоставить всем желающим возможность посещать удаленно музей виртуальной реальности.

VR приложение разрабатывается в программной среде UnrealEngine. На сегодняшний момент сотрудниками Института искусственного интеллекта Самарского университета выполнена оцифровка более трехсот коллекционных экземпляров бабочек – создание цифровых двойников бабочек с учётом морфологических особенностей вида.



Рис. 1. Лабораторные столы и выставочные экспозиции Умного дома бабочек



Рис. 2. Инсектарий с живыми бабочками и куколками, расположенный в Умном доме бабочек

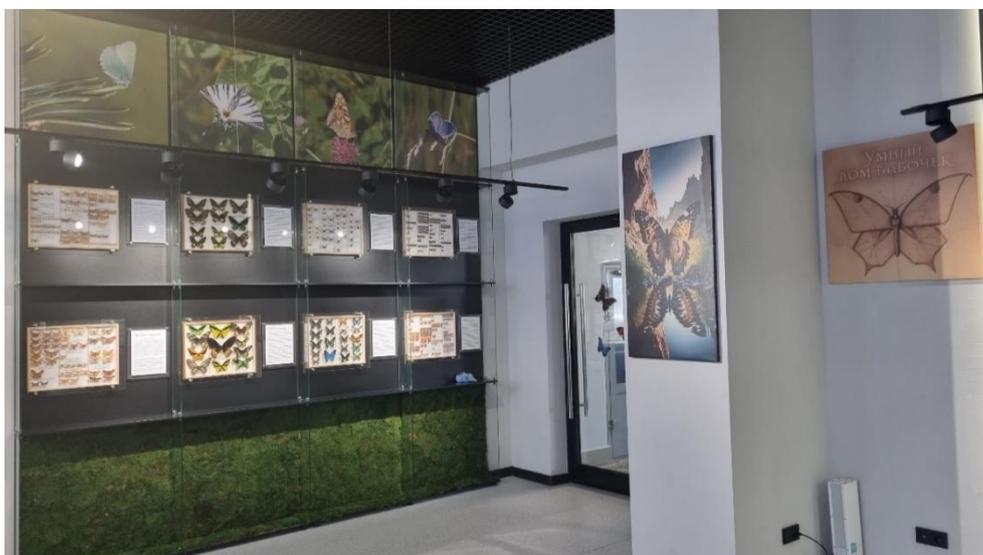


Рис. 3. Часть коллекции чешуекрылых профессора Сачкова С. А., экспонируемая в Умном доме бабочек

При прохождении интерактивного квеста-прогулки пользователь может посетить виртуальные ландшафты, прогуляться по местам обитания разных видов бабочек, поймать и взаимодействовать с ними, пролететь над Самарской Лукой. Затем пользователь сможет посетить виртуальную лабораторию бабочек, где можно в спокойной обстановке изучить уникальные экспонаты и их морфологические особенности.

Сотрудники Выставочного пространства проводят экскурсии для школьников, студентов и всех желающих, которые пользуются большим интересом у посетителей. Гости Умного дома бабочек активно интересуются живыми чешуекрылыми, с удовольствием смотрят на них, фотографируют и любуются красотой их крыльев и окраски. Особый интерес вызывает процесс выхода бабочки из куколки. В дальнейшем бабочки экспонируются в реконструированных природных условиях.

В дальнейшем сотрудники Умного дома бабочек планируют возможность использования результатов работы для:

- повышения общественного интереса к естественным наукам;
- эстетики и популяризации экологии, энтомологии и лепидоптерологии;
- демонстрации достижений отечественной энтомологии;
- демонстрации достижений Российской энтомологии в научно-популярной и эстетически-привлекательной форме.

Проект «Умный дом бабочек» был поддержан Губернским грантом в области науки и техники за 2024 год.

Литература

1. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 1. Rhopalocera // *Atalanta*. 1993. Vol. 24 (1/2). P. 89–120.
2. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 4. Coleophoridae, Gelechiidae, Symmocidae and Holcopogonidae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 1999. Vol. 29 (1/4). P. 295–336.

3. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 2. Bombyces and Sphinges (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2000. Vol. 31 (1/2). P. 265–292.

4. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Antonova E. M. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 3. Geometridae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2000. Vol. 31 (1/2). P. 293–326.

5. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Sviridov A. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 5. Noctuidae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2000. Vol. 31 (1/2). P. 327–367.

6. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 6. Tineoidea (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2000. Vol. 31 (1/2). P. 368–376.

7. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Ustjuzhanin P. Ja. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 7. Pyrales et Pterophores (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2003. Vol. 34 (1/2). P. 223–250.

8. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 8. Gracillarioidea (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2004. Vol. 35 (1/2). P. 141–151.

9. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Nedoshivina S. V., Trofimova T. A. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 9. Tortricidae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2006. Vol. 37 (3/4). P. 409–445.

10. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Ivovsky A. L. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 10. Oecophoridae s. lat. (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2006. Vol. 37 (3/4). P. 446–456.

11. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. “Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis” 150 years later: changes and additions. Part 11. Epermenioidea, Yponomeutoidea, Choreutidae et Galacticidae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2006. Vol. 37 (3/4). P. 457–467.

12. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. "Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis" 150 years later: changes and additions. Part 12. Ethmiidae and Scythrididae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2007. Vol. 38 (1/2). P. 279–291.
13. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Sinev S. Yu. "Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis" 150 years later: changes and additions. Part 13. Momphidae s. l. (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2007. Vol. 38 (1/2). P. 293–300.
14. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V., Sinev S. Yu. "Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis" 150 years later: changes and additions. Part 14. Elachistidae (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2007. Vol. 38 (3/4). P. 395–402.
15. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. "Fauna lepidopterologica Volgo-uralensis" 150 years later: changes and additions. Part 15. Monotrypsia (Insecta, Lepidoptera) // *Atalanta*. 2009. Vol. 40 (1/2). P. 303–311.
16. Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. "Fauna lepidopterologica Volgo-Uralensis": from P. Pallas to present days. Munich–Vilnius: Museum Witt, Nature Research Center, 2017. 694 p.
17. Синёв С. Ю. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. СПб., М.: КМК, 2008. 424 с.
18. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / под ред С. Ю. Синёва. СПб.: Зоологический институт РАН, 2019. 448 с.
19. Сотникова С. И. Естественноисторическая музеология. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2011. 304 с.
20. Куклинова И. А. Особенности презентации естественнонаучных коллекций в региональных отечественных музеях // *Культурный ландшафт регионов*. 2022. Т. 4. № 4. С. 89–109.

INTERACTIVE EXHIBITION SPACE “SMART BUTTERFLY HOUSE”

E. M. Inyushkina, S. A. Sachkov, T. A. Trofimova, S. O. Knyazkin, A. M. Pivneva

This paper describes the history of the creation of the interactive exhibition space "Smart Butterfly House", and also examines its structure, goals and objectives and implementation plans for the further development of this structural unit. The lecture hall is equipped with demonstration equipment and exists in the form of mobile space, easily reorganised for various types of activity of visitors: «laboratory», «lecture», «game-learning space». The Insectarium is a specialized room for keeping and breeding butterflies. The exhibition includes several changing sections, based on the collection of butterflies by Professor Satchkov S. A. In the virtual reality space visitors are shown butterflies in 3D models using virtual reality glasses

Key words: Interactive exhibition space “Smart Butterfly House”; interdepartmental laboratory of animal systematics and faunistics; collection of lepidoptera or butterflies of Samara University; Samara University.

Статья поступила в редакцию 09.11.2024 г.

© Inyushkina E. M., Sachkov S. A., Trofimova T. A., Knyazkin S. O., Pivneva A. M., 2024.
Inyushkina Elena Mikhailovna (inyushkina@mail.ru),
associate professor of the Department of Human and Animal Physiology;
Sachkov Sergey Anatolyevich (anapostibes@yandex.ru),
professor of the Department of Ecology, Botany and Nature Protection;
Trofimova Tatyana Alexandrovna (apame@mail.ru), training master
of the Interdepartmental Laboratory of Animal Systematics and Faunistics;
Knyazkin Savely Olegovich (thanat0phobee@gmail.com),
first-year undergraduate student of the Faculty of Biology;
Pivneva Anastasia Maksimovna (omnomnastya@mail.ru),
first-year undergraduate student of the Faculty of Biology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 57.024

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДНЕГО ЛЕВОГО ОТДЕЛА МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА В РАЗВИТИИ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ У САМОК КРЫС

Е. Д. Метлина, И. Д. Романова, Р. А. Зайнулин

В статье рассмотрено влияние левого отдела миндалевидного комплекса на тревожность, исследовательскую и двигательную активности крыс в тест-системе «Открытое поле». В эксперименте было задействовано 10 половозрелых самок крыс. Животные были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную, по 5 особей в каждой и размещались в разных клетках. На первом этапе вода в поилках была заменена на 5 % раствор спирта свободным доступом. На втором этапе проводилась операция амигдалэктомии опытной группе. На момент регистрации предпочтений, животным на 1 неделю предоставлялось по 2 поилки: с водой и 5 % раствором спирта также со свободой выбора. Крысы опытной группы после проведения операции амигдалэктомии проявляли большую двигательную и исследовательскую активность и проявляли наименьшую тревожность по сравнению с контрольной группой. Данная разница отчетливо видна на 4 неделе, когда животным обеих групп крыс были предоставлены поилки с водой и спиртом со свободным доступом.

Ключевые слова: алкоголизм; этиловый спирт; амигдала; тревожность; исследовательская активность; двигательная активность; поведение.

Миндалевидный комплекс (МК, *corpus amygdaloideum*) – часть лимбической системы головного мозга, выполняющая роль полисенсорного центра. Информация, анализируемая в нем, передается на висцеральные стволы мозга и его высшие отделы – зрительный бугор, неокортекс [1; 2].

МК мозга человека располагается вблизи с медиальной поверхности височной доли. Так как ядра МК близко расположены к древней коре, данная область называется переамигдалоидной. Так МК человека находится на границе с нижней и медиальной поверхностями переамигдалоидной и энторинальной областью коры. Снаружи миндалевидный комплекс соприкасается с белым веществом височной доли, а наверху с чечевичным ядром и нижнем краем ограда. Доходит же с задней части до нижнего рога бокового желудочка, а у вершины этого рога подходит вплотную к гиппокампу [3] (рис. 1).

Формирование миндалевидного комплекса происходит в несколько этапов одно-

временно с кортикализацией головного мозга позвоночных. В связи с этим выделяется древняя, старая и новая кора, что и объясняет выделение комплексов палеоамигдалы, архиамигдалы и неоамигдалы [4; 5].

Функции МК связаны с обеспечением оборонительного поведения, вегетативными, двигательными и эмоциональными реакциями, мотивацией условнорефлекторного поведения [5].

Совместная работа ядер МК способна играть защитную функцию – так, неприятный вкус или запах заставляет человека испытывать негативные эмоции и держаться подальше от того, что их вызывает – испорченной пищи, которой можно отравиться, или отходов жизнедеятельности, в которых могут находиться опасные бактерии. В зависимости от расположения, миндалевидное тело формирует разные эмоции. Электрические раздражения правой миндалины вызывают отрицательные эмоции, особенно страх и пе-

© Метлина Е. Д., Романова И. Д., Зайнулин Р. А., 2024.

Метлина Евгения Дмитриевна (mozartello6@gmail.com), магистрант 2 курса биологического факультета;

Романова Ирина Дмитриевна (romanova_id@mail.ru), доцент;

Зайнулин Руслан Анасович (zajnulin63@inbox.ru),

доцент кафедры физиологии человека и животных Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

чать. В противоположность, стимуляция левой миндалины может вызывать как приятные (счастье), так и неприятные (страх, тревога, печаль) эмоции [6].

Миндалина также играет роль в процессах поощрения и тревожности. При поврежденном центральном ядре у животного теряется интерес к поощрению. Поврежденная полностью миндалина снижает способность реагировать на изменение ценности вознаграждения и приводит к неправильному поведению [7].

В результате удаления МК наблюдаются эффекты повышения чувствительности ГАМКА-рецепторов к ГАМК под воздействием бензодиазепинов увеличивается частота открытия хлорных каналов, в результате большее число отрицательно заряженных ионов хлора поступает внутрь нейрона, что приводит к гиперполяризации нейрональной мембраны и развитию тормозных процессов. Бензодиапин облегчает передачу через ГАМКергическую систему, участвующую в формировании памяти. ГАМК играет важную роль в миндалине, являясь одним из компонентов тормозных цепей, осуществляет баланс между возбуждением и торможением. Нарушение ГАМКергического торможения в базолатеральном ядре может привести к повышенной тревожности и депрессии, а также к судорожной активности [7; 8].

Алкоголь является самым распространённым в мире ксенобиотиком. Несмотря на многолетние исследования на разных моделях экспериментального алкоголизма, сегодня нельзя говорить о какой-либо однозначной связи биологических или социальных факторов и развития зависимости. Феномен психической зависимости от алкоголя (первая стадия алкоголизма) – нарушения биохимических процессов в ЦНС, индуцируемые избыточными концентрациями ацетальдегида. Ацетальдегид в 30 раз токсичнее этанола (его минимальная смертельная доза в 30 раз ниже таковой для этилового спирта). Однако ацетальдегид чрезвычайно легко реагирует с аминогруппами аминов вообще и биогенных аминов в частности. В последнем случае возможно образование тетрагидроизохинолиновых производных (ТГИХ) – сольсолинола и тетрагидропапаверина (ТГП), относящихся к группе эндогенных морфиноподобных веществ (эндорфинов). Эти вещества обладают морфиноподобной активностью и, кроме того, являются субстратом для образования других, еще более активных морфиноподобных соединений. Именно эти вещества воздействуют на опиатные рецепторы гипоталамического «центра удовольствия», индуцируя эйфорию при приёме алкоголя и формируют патологическую привязанность к нему [9].

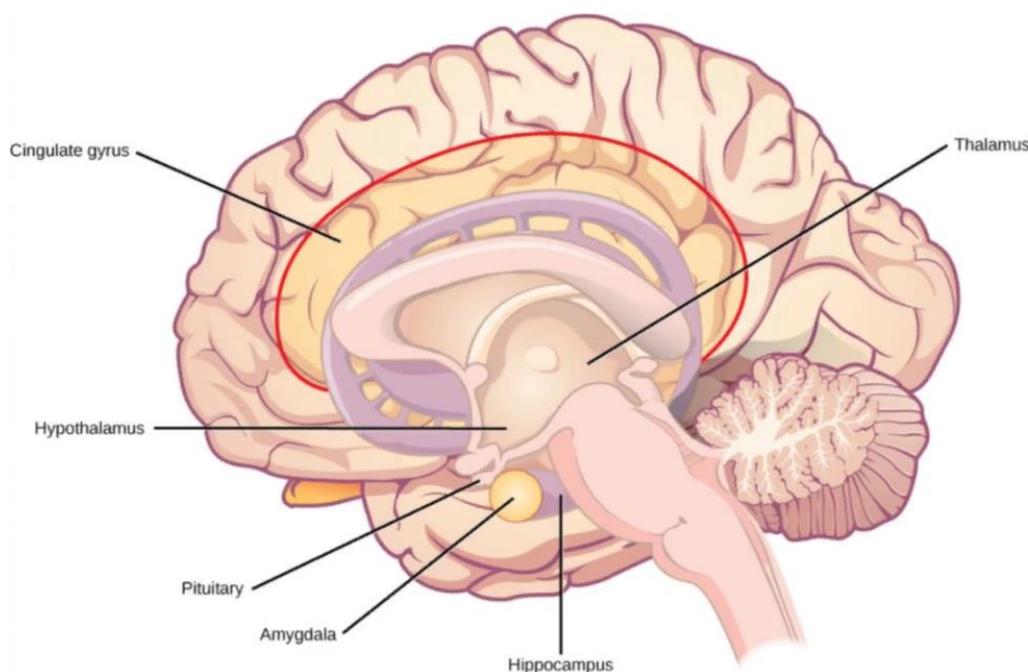


Рис. 1. Расположение миндалевидного комплекса в головном мозге человека [4]

Развитие физической зависимости от этанола, начинающей проявляться со второй стадии хронического алкоголизма, обусловлено прогрессированием двух тесно взаимосвязанных процессов: повышением толерантности к этанолу и развитием абстинентного синдрома. Так, например, уровень тревожности может влиять на развитие алкогольной зависимости. В ходе множества работ с экспериментальным алкоголизмом ученым удалось узнать, что не сама тревога вызывает предпочтение в алкоголе, а ответ на стрессовую реакцию (возбуждение или торможение). Поэтому в зависимости от ответа, например, в результате возбуждения у крыс, сопровождаемых с повышением уровня тревожности, скорее разовьётся алкогольная зависимость [9].

Условия и методы исследования

Исследование выполнено в соответствии с нормами биоэтического отношения к лабораторным животным, протокол эксперимента утвержден на заседании комиссии по научной этике биологического факультета Самарского университета. В эксперименте было задействовано 10 половозрелых самок крыс. Животные были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную, по 5 особей в каждой и размещались в разных клетках. На время эксперимента, вода в поилках была заменена на 5% раствор спирта свободным доступом. При определении концентраций этанола и сроков проведения принудительной алкоголизации мы опирались на данные работы авторов [6], которые показали, что 6% водный раствор этанола, потребляемый крысами в течение двух недель, приводит к изменениям в обмене дофамина и серотонина в амигдале и префронтальной коре мозга. Операция проводилась под уретановым наркозом (1,0 г/кг), введенным внутривенно. Голову животного помещали в головодержатель стереотаксического прибора (фиксация трех точек: верхняя челюсть и ушные проходы). Шерсть на дорсальной поверхности головы выстригали ножницами Купера. Далее делали кожный разрез и удаляли мягкие ткани. Обезболив надкостницу и близлежащие ткани аппликацией лидокаином, удаляли надкостницу и отмечали точку брегма. Затем помещали животное в стереотаксический прибор и проводили разметку

череп по координатам атласа $P = 2,4$ мм; $L = 5,0$ мм; $V = 8,5$ мм от брегмы – для переднего левого отдела миндалевидного комплекса.

После установления необходимого места производили высверливание трепанационного отверстия с помощью бора. В отверстие вводили изолированный на всем его протяжении электрод. Индифферентный электрод закрепляли на ухе животного. Производили разрушение центрального отдела миндалины током 1мкА в течении 10 секунд при помощи стимулятора постоянного тока Б5 – 44. Активный электрод при этом соединяли с анодом, а катод – с кожей крысы. После электрокоагуляции аккуратно изымали электрод из головного мозга крысы. Трепанационное отверстие замазывали зубным цементом, на кожу накладывали лигатуру, обрабатывали и дополнительно фиксировали клеем БФ-6. Затем каждая крыса находилась под наблюдением до момента пробуждения и несколько часов после, чтобы убедиться, что животное нормально перенесло операцию. На протяжении 7 дней нами осуществлялись послеоперационные наблюдения за животным. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ SigmaPlot, Microsoft Excel с применением критериев Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунках 2–5 представлены общие результаты прохождения теста «Открытое поле» крысами до употребления 5 % раствора спирта и после этого на протяжении 4 недель. Для оценки двигательной активности, исследовательской активности и тревожности животных тестировали в установке «Открытое поле». Крысы опытной группы после проведения операции амигдалэктомии проявляли большую двигательную и исследовательскую активность и проявляли наименьшую тревожность по сравнению с контрольной группой. Данная разница отчетливо видна на 4 неделе, когда животным обеих групп крыс были предоставлены поилки с водой и спиртом со свободным доступом.

На основании результатов данной таблицы (табл. 1), мы можем сделать вывод, что

крысы контрольной группы, на неделе со свободным доступом к поилкам с 5 % раствором спирта и обычной водой, охотнее предпочитали спирт воде, а именно почти в 2 раза. Однако опытная группа, после операции амигдалозектомии, повела себя наоборот. Животные с разрушенной амигдалой почти в 2,5 раза охотнее выбирали воду, а не спирт.

Значительно снизилась вертикальная активность у контрольной группы на 4 неделе эксперимента ($p \leq 0,001$) по сравнению с 1 и 2 неделями (на 99 %). Так, исследовательская активность в опытной группе на 4 неделе оказалась в среднем 9,4, а у контрольной 0,2. Это означает, что исследовательская активность экспериментальной группы практически на 97 % ($p = 0,01$) выше, чем в контрольной группе (табл. 2, рис. 2).

Крысы опытной группы на 4 неделе большее количество времени (в среднем на 85 %, ($p = 0,01$), по сравнению с контрольной, исследовали количество секторов в открытом поле. У крыс контрольной группы наблюдался дефицит исследовательской активности: количество пройденных секторов был равен в среднем 8 и был на 78 % и на 76 % ниже по сравнению с 1 и 2 неделями соответственно ($p \leq 0,001$). В опытной

группе, где средний показатель равнялся 52,4 на 4 неделе в целом, отмечается усиление двигательной и исследовательской активности на фоне относительно низкого уровня тревожности по сравнению с 1 и 2 неделями (на 33 % и 29 %) при $p = 0,01$ (табл. 3, рис. 3).

На 4 неделе эксперимента у животных опытной группы наблюдался довольно резкий спад исследовательской активности на 77% по сравнению с 1 неделей и на 73% по сравнению со второй. Контроль также значительно снизился по сравнению с 1 и 2 неделями на 91%. Однако мы можем отметить, что среднее количество исследуемых отверстий опытной группой (2,4) на 4 неделе значительно больше, чем у контроля (0,8), а именно на 67% ($p=0,035$) (табл. 4, рис. 4).

Значительный скачок эпизодов груминга отчетливо виден у контрольной группы на 4 неделе, что говорит о повышении уровня тревожности. А именно на 91 % по сравнению с 1 неделей и на 86 % по сравнению со 2 неделями. Также по сравнению с опытной группой, которая имеет примерно одинаковое количество эпизодов груминга, контроль на 4 неделе выше на 91 % (табл. 5, рис. 5).

Таблица 1

Предпочтение потребления спирта и воды у контрольной и опытной групп крыс

| Группа | Количество выпитого спирта V_s , мл | Количество выпитой воды V_w , мл | $X \pm m$ (спирт) | $X \pm m$ (вода) | $\sigma_{\text{спирт}}$ | $\sigma_{\text{вода}}$ | V, % (спирт) | V, % (вода) | Min–Max (спирт) | Min–Max (вода) |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| Контроль | | | | | | | | | | |
| 1 крыса | 65 | 50 | 81,00 ± 5,78 | 42,00 ± 3,31 | 12,94 | 7,58 | 0,16 | 0,18 | 65– 95 | 30–50 |
| 2 крыса | 70 | 45 | | | | | | | | |
| 3 крыса | 90 | 45 | | | | | | | | |
| 4 крыса | 85 | 40 | | | | | | | | |
| 5 крыса | 95 | 30 | | | | | | | | |
| Опыт | | | | | | | | | | |
| 1 крыса | 50 | 95 | 38,00 ± 5,15 | 93,00 ± 3,74 | 11,51 | 8,37 | 0,30 | 0,09 | 20– 50 | 80– 100 |
| 2 крыса | 40 | 100 | | | | | | | | |
| 3 крыса | 45 | 100 | | | | | | | | |
| 4 крыса | 20 | 80 | | | | | | | | |
| 5 крыса | 35 | 90 | | | | | | | | |

Таблица 2

Вертикальная двигательная активность у контрольной и экспериментальной групп крыс спустя 4 недели после амигдалоэктомии

| Вариант | n | $\bar{X} \pm m$ | σ | V, % | Min–Max |
|-------------|---|-----------------|----------|-------|---------|
| Контроль | 5 | 0,200 ± 0,200 | 0,447 | 223,5 | 0–1 |
| Эксперимент | 5 | 9,400 ± 1,030 | 2,302 | 24,5 | 7–12 |

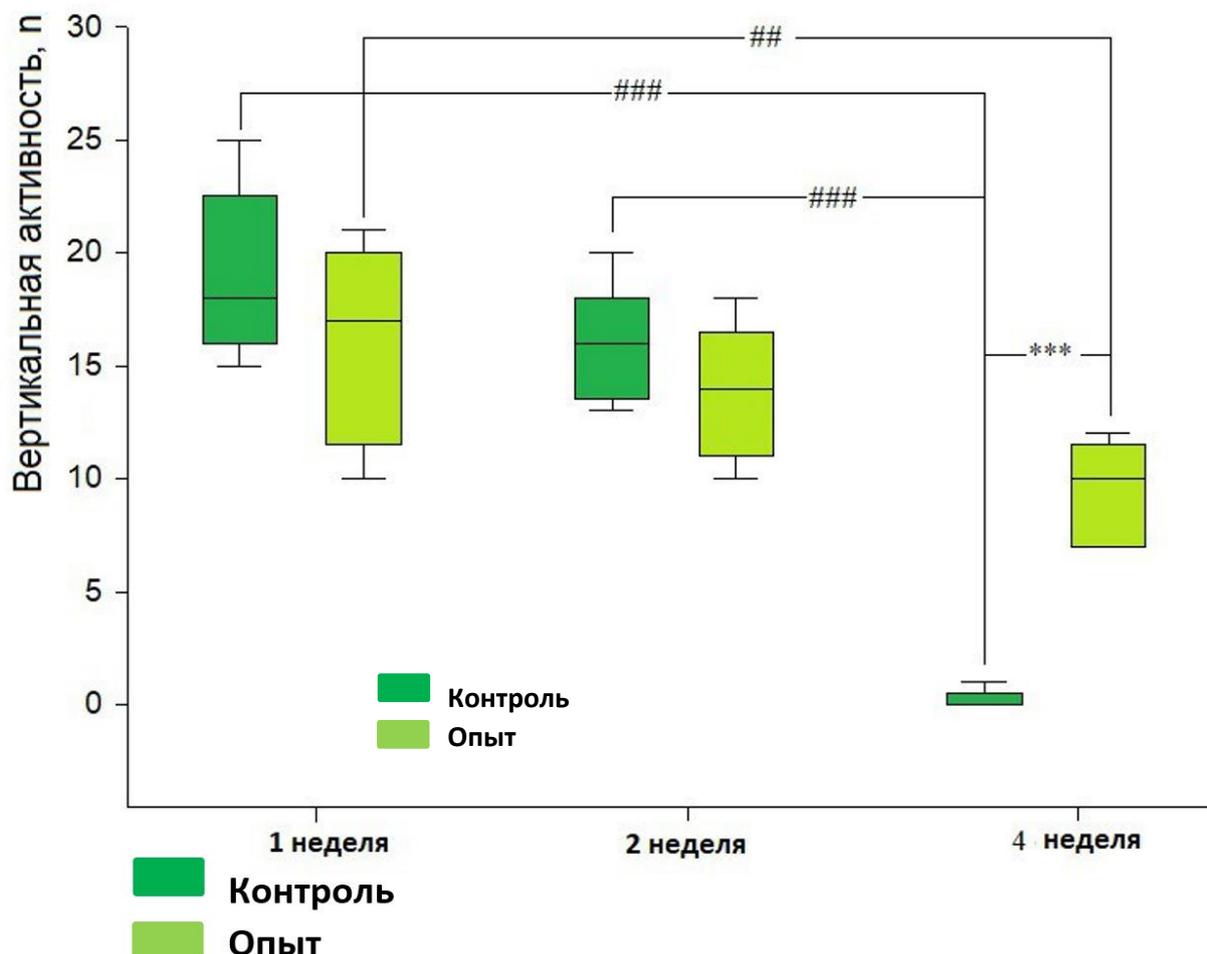


Рис. 2. Изменение количества вертикальных стоек в тесте Открытое поле контрольной и экспериментальной группами крыс в разные периоды исследования.

Символом (#) отмечены статистически значимые различия в пределах группы при ## $P \leq 0,01$; ### $p \leq 0,001$; звёздочками (*) отмечены статистически значимые различия между контрольной и опытной группой при *** $p \leq 0,001$

Таблица 3

Количество пересечённых секторов у контрольной и экспериментальной групп крыс спустя 4 недели после амигдалоэктомии в тесте Открытое поле

| Вариант | n | $\bar{X} \pm m$ | σ | V, % | Min–Max |
|-------------|---|-----------------|----------|------|---------|
| Контроль | 5 | 8,400 ± 0,927 | 2,074 | 24,7 | 6–11 |
| Эксперимент | 5 | 52,400 ± 2,064 | 4,615 | 8,8 | 47–58 |

Таблица 4

Количество исследуемых отверстий у контрольной и экспериментальной групп крыс спустя 4 недели после амигдалоэктомии в тесте Открытое поле

| Вариант | n | $\bar{X} \pm m$ | σ | V, % | Min–Max |
|-------------|---|-----------------|----------|------|---------|
| Контроль | 5 | 0,800 ± 0,374 | 0,837 | 1,1 | 0–2 |
| Эксперимент | 5 | 2,400 ± 0,510 | 1,140 | 0,5 | 1–4 |

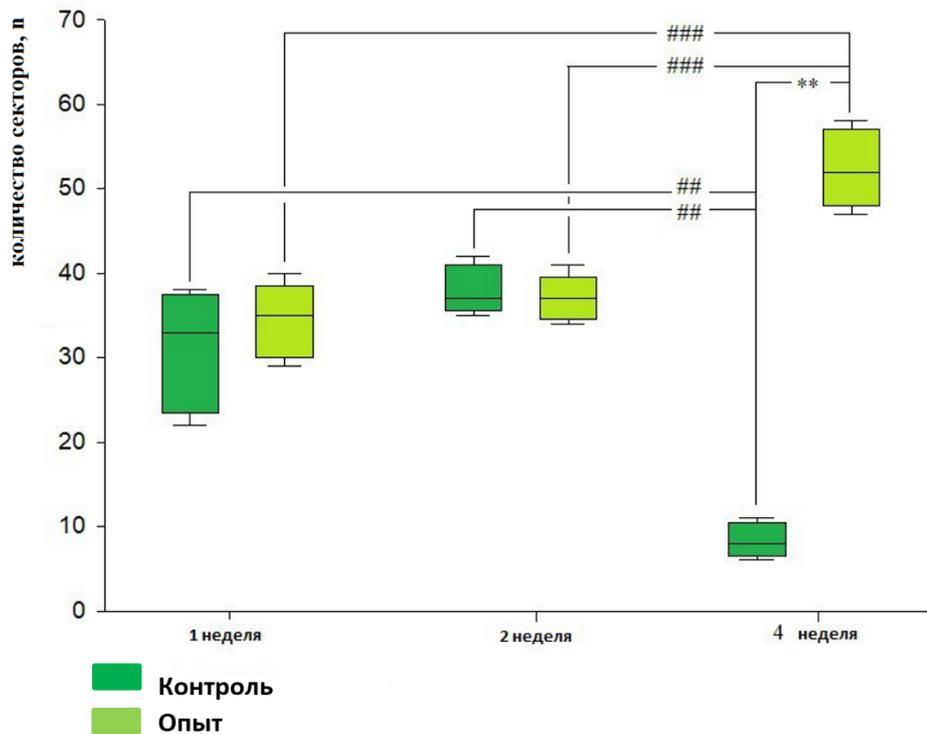


Рис. 3. Количество секторов, пройденных в тесте Открытое поле контрольной и экспериментальной группами крыс в разные периоды исследования.

Символом (#) отмечены статистически значимые различия в пределах группы при ## $P \leq 0,01$; ### $p \leq 0,001$; звёздочками (*) отмечены статистически значимые различия между контрольной и опытной группой при ** $p \leq 0,01$

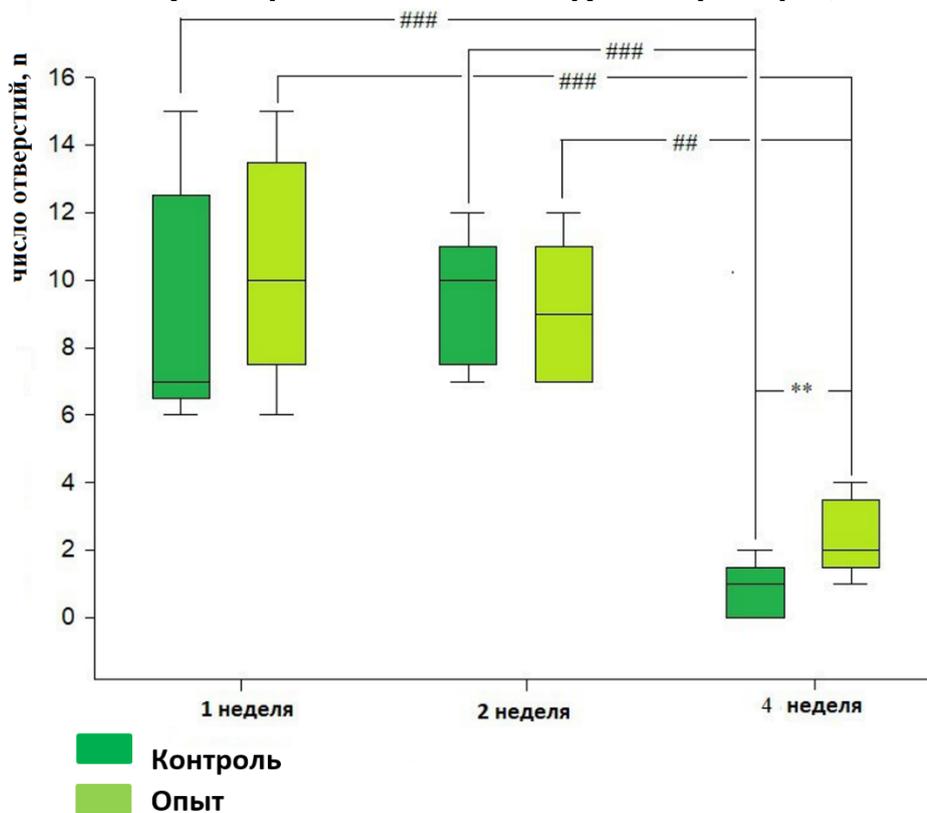


Рис. 4. Количество отверстий, исследуемых в тесте Открытое поле контрольной и экспериментальной группами крыс в разные периоды исследования.

Символом (#) отмечены статистически значимые различия в пределах группы при ## $P \leq 0,01$; ### $p \leq 0,001$; звёздочками (*) отмечены статистически значимые различия между контрольной и опытной группой при ** $p \leq 0,01$

Таблица 5

Изменение количества проявлений тревожного груминга у контрольной и экспериментальной групп крыс спустя 4 недели после амигдалоэктомии в тесте Открытое поле

| Вариант | n | $\bar{X} \pm m$ | σ | V, % | Min-Max |
|-------------|---|-------------------|----------|------|---------|
| Контроль | 5 | $4,400 \pm 0,510$ | 1,140 | 0,3 | 3–6 |
| Эксперимент | 5 | $0,400 \pm 0,245$ | 0,548 | 1,4 | 0–1 |

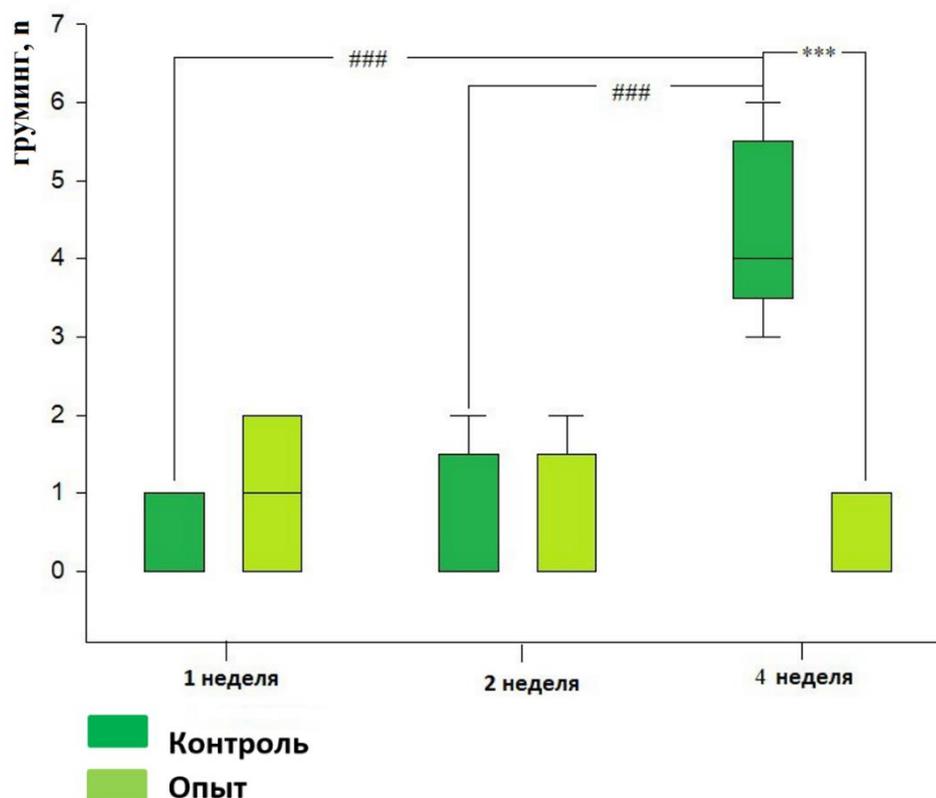


Рис. 5. Изменение количества проявлений тревожного груминга в тесте Открытое поле контрольной и экспериментальной групп крыс в разные периоды исследования.

Символом (#) отмечены статистически значимые различия в пределах группы при ### $p \leq 0,001$, звёздочками (*) отмечены статистически значимые различия между контрольной и опытной группой при *** $p \leq 0,001$

Заключение

Таким образом, в работе на основании анализа результатов проведенного эксперимента с лабораторными крысами в тесте «Открытое поле» можно сделать вывод, что длительное употребление алкоголя приводит к формированию аддиктивного поведения по отношению к этиловому спирту. Также на вышеприведенных данных четко просматривается абстинентный синдром у крыс контрольной группы на 4 неделе, а именно повышение тревожности и снижение двигательной и исследовательской активностей. У животных же опытной группы проявление абстинентного синдрома не было замечено, как и отсутствовало предпочтение алкоголя после операции по разрушению левого отдела миндалевид-

ного комплекса. У прооперированных животных повышались исследовательская и двигательная активности, а проявление тревожности не было отмечено. Так происходит из-за изменения в обмене дофамина и серотонина в разрушенной амигдале и префронтальной коре мозга. Учитывая функцию серотонина в регуляции импульсивного поведения, а дофамина с положительным подкреплением, вероятно, разрушение миндалины нарушило регуляцию этих двух нейромедиаторов в префронтальной коре, что влияет на нигростриатальный путь. Данный путь, пролегает в головном мозге и соединяет черную субстанцию компактную часть в среднем мозге с дорсальным полосатым телом (т. е. хвостатым ядром и путаменом) в переднем мозге.

Нигростриатальный путь влияет на двигательную активность, стимулируя ее, а также на процессы познания, вознаграждения и зависимости. Возможно, данные изменения привели к компенсаторным механизмам, которые способствуют более рациональному выбору воды и к увеличению двигательной активности у животных опытной группы.

Литература

1. Акмаев И. Г., Калимуллина Л. Б. Миндалевидный комплекс гонадэктомированных крыс, реакция нейронов кортикомедиального отдела // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1982. Т. 83. № 12. С. 48–59.
2. Ахмадеев А. В., Калимуллина Л. Б. Миндалевидный комплекс – ядерно-палеокортикальный компонент мозга // Успехи современного естествознания. 2007. № 11. С. 11–14.
3. Роль миндалевидного тела в социальном поведении [Электронный ресурс]. URL: <https://biomolecula.ru/articles/rol-mindalevidno-go-tela-v-sotsialnom-povedenii>. (дата обращения: 12.03.2024).
4. Koikegami H. Amygdala and the other related limbic structures. Anatomical re-
- searches with some neurophysiological observations // Acta med. biol. 1963. Vol. 10. P. 161–277.
5. Lanteaume L. Emotion induction after direct intracerebral stimulations of human amygdala // Cerebral Cortex. 2007. Vol. 17. № 6. P. 1307–1313.
6. Ахмадеев А. В., Калимуллина Л. Б. Миндалевидный комплекс мозга в механизмах алкогольной зависимости // Успехи физиол. наук. 2016. Т. 47. № 2. С. 27–44.
7. Базян А. С., Рогаль А. В. Нейрохимические механизмы возникновения потребности, мотивации и целенаправленного поведения // Успехи физиол. наук. 2015. Т. 46. № 1. С. 3–21.
8. Ахмадеев А. В., Калимуллина Л. Б. Нейробиологические основы девиантного поведения при алкоголизме // Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. № 2. С. 444–447.
9. Alcohol self-administration in two rat lines selectively bred for extremes in anxiety-related behavior / M. S. Henniger, R. Spanagel, A. Wigger [et al.] // Neuropsychopharmacology. 2002. Vol. 26. № 6. P. 729–736.

THE INFLUENCE OF THE ANTERIOR LEFT AMYGDALA COMPLEX IN THE DEVELOPMENT OF ALCOHOL DEPENDENCE IN FEMALE RATS

E. D. Metlina, I. D. Romanova, R. A. Zainulin

The article considers the influence of the left amygdala complex on anxiety, exploratory and motor activity of rats in the “Open Field” test system. The experiment involved 10 sexually mature female rats. The animals were divided into two groups: experimental and control, 5 individuals in each group and placed in different cages. In the first stage, water in drinkers was replaced with 5 % alcohol solution by free access. In the second stage, amygdectomy surgery was performed on the experimental group. At the time of preference registration, the animals were given two drinkers for 1 week: with water and 5 % alcohol solution, also with free choice. The rats of the experimental group after amygdectomy showed greater motor and exploratory activity and exhibited the least anxiety compared to the control group. This difference was clearly seen at week 4, when the animals of both groups of rats were provided with drinkers with water and alcohol with free access to them.

Key words: alcoholism; ethyl alcohol; amygdala complex; anxiety; exploratory activity; motor activity; behaviour.

Статья поступила в редакцию 30.11.2024 г.

© Metlina E. D., Romanova I. D., Zainulin R. A., 2024.

Metlina Eugenia Dmitrievna (mozartello6@gmail.com), 2nd-year undergraduate student of the Faculty of Biology;

Romanova Irina Dmitrievna (romanova_id@mail.ru), associate professor;

Zainulin Ruslan Anasovich (zajnulin63@inbox.ru),

associate professor of the Department of Human and Animal Physiology of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 574

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ОЖИРЕНИЯ И ИЗБЫТОЧНОГО ВЕСА НА ОСНОВЕ КОРРЕКЦИИ ПРОЦЕДУРНОЙ ПАМЯТИ

А. А. Савина

В данной статье представлены результаты апробации авторской методики по коррекции веса. По результатам исследования было доказано, что независимо от возраста, веса, физического состояния организма, изначального уровня инсулина и пола, при соблюдении пищевого протокола вес стабильно снижается и не возвращается, выравнивается уровень инсулина в крови, снижается аппетит и проходит пищевая зависимость. Также данные исследования показывают, что прерывистое интервальное питание с промежутками в приёмах пищи по 5 часов легко переносится пациентами и значительно снижает уровень инсулина в крови. Следует отметить, что для значительного и успешного снижения веса не требуется интервальное голодание или жёсткий пищевой протокол, где пациент должен будет выносить долгие промежутки времени без еды. На наш взгляд, 5–6 часов без еды вполне достаточно во время бодрствования и 10–12 часов без еды в ночное время суток, что позволяет сформировать комфортный и удобный график трёхразового питания, который пациенты могут переносить в течение длительного времени и в течение реабилитационного периода, который предполагается вести в течение всей жизни.

Ключевые слова: глюкоза; холестерин; пищевой протокол; аддиктивная пища; компульсивные срывы; процедурная память индивида.

Никакой другой болезнью люди не болеют так часто, как ожирением. По последним оценкам ВОЗ, более 1 млрд человек в мире имеют лишний вес. Эта проблема актуальна независимо от социальной и профессиональной принадлежности, зоны проживания, возраста и пола. В экономически развитых странах почти 50 % населения имеют избыточный вес, из них 30 % страдают ожирением. В России в среднем 30 % лиц трудоспособного возраста имеют ожирение и 25 % – избыточную массу тела. С каждым годом увеличивается число детей и подростков, страдающих ожирением. ВОЗ рассматривает ожирение как глобальную эпидемию, охватывающую миллионы людей. Тучных людей преследует большее количество болезней, чем людей с нормальной массой тела. Абсолютно точно доказана связь между ожирением и такими угрожающими жизни заболеваниями, как сахарный диабет второго типа, артериальная гипертензия, атеросклероз, некоторые виды злокачественных опухолей, нарушения

репродуктивной функции, заболевания желудочно-кишечного тракта и опорно-двигательного аппарата.

В данной статье рассмотрим такой метод лечения как коррекция процедурной памяти. Данный метод лечения ожирения опробован на 3 000 человек и приносит стабильные и предсказуемые результаты. Его фундамент основан на следующих постулатах: 1) коррекция и стабилизация уровня глюкозы в крови пациента; 2) пищевой протокол, включающий наличие простых углеводов; 3) использование процедурной памяти для лечения и предотвращения компульсивных срывов, в том числе их тяжёлых форм.

Инсулин является основополагающим фактором, способствующим депонированию жира в адипоциты. Таким образом, инсулин создает анаболический эффект, ввиду чего, критическим для снижения массы тела является уменьшение уровня инсулина в крови человека. Кроме того, что инсулин способствует депонированию и анаболизму жира,

его повышенное присутствие в крови имеет и другие гормональные последствия и дальнейшее нарушение энергетического гомеостаза, тем самым опосредуя катаболические эффекты и способствуя прогрессированию тяжёлых форм ожирения [1].

Корректируя уровень инсулина в крови, во-первых, ускоряются процессы катаболизма жиров, а во-вторых, это помогает восстановить чувствительность гипоталамуса к лептину, что особенно эффективно для лечения ожирения у людей, страдающих сахарным диабетом первого типа. Для успешного снижения уровня глюкозы в крови необходимо интервальное питание и пищевой протокол.

Об интервальном питании с промежутками в приёмах пищи по 5 часов можно найти довольно много упоминаний в литературе (см. например, [2, 3] и др.). Частый приём пищи, даже небольшой перекус, вызывает повышение уровня инсулина в крови (рис. 1). Если большую часть рациона составляют продукты, состоящие из быстрых углеводов, то в организме развивается инсулинорезистентность, нарушение механизма биологического действия инсулина, сопровождающееся понижением потребления глюкозы инсулинзависимыми тканями, что является характерным синдромом при сахарном диабете

второго типа.

По оценкам, в 2015 г насчитывалось 415 млн людей с диабетом в возрасте 20–79 лет, 5 млн смертей, связанных с диабетом, а общие глобальные расходы системы здравоохранения оценивались в 673 млрд долларов США. Около 75 % людей с диабетом проживали в странах с низким и средним уровнем дохода. Прогнозируется, что число людей с диабетом в возрасте 20–79 лет увеличится до 642 млн к 2040 г.

Самое опасное в инсулинорезистентности – это гиперинсулинемия, состояние, для которого характерна высокая концентрация в крови гормона инсулина. Инсулин синтезируется поджелудочной железой. Этот гормон в норме производит транспортировку глюкозы из крови в ткани, при этом организм получает достаточное количество энергии. При развитии гиперинсулинемии в организме наблюдается резистентность к действию данного гормона. В результате чего поджелудочная железа пытается синтезировать ещё больше инсулина, чтобы компенсировать гормональный недостаток. Весь процесс приводит к избытку инсулина в организме человека. Данная патология является причиной развития преддиабета. Без проведения необходимой терапии состояние достаточно быстро и легко может перейти в диабет [4].

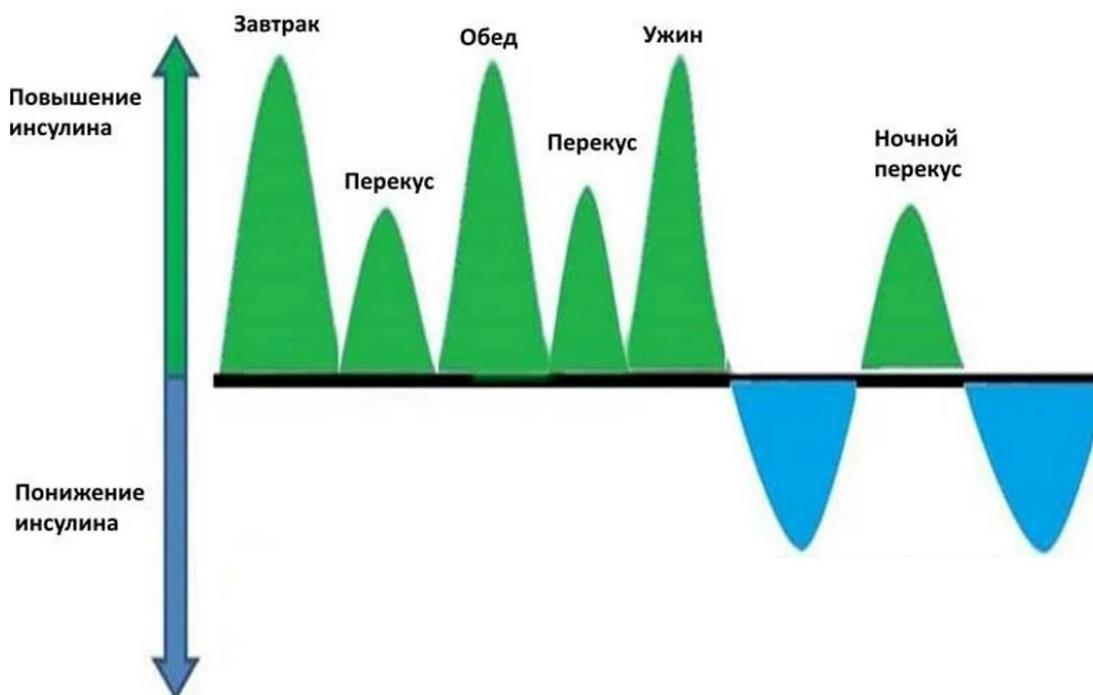


Рис. 1. Динамика содержания в крови инсулина при многоразовом питании

Известно, что инсулин с помощью инсулиновых рецепторов открывает каналы клетки для глюкозы и последняя проникает внутрь (рис. 2). Но когда чувствительность к глюкозе у клетки понижена, та не проникает в клетки организма, а при поддержании гомеостаза глюкоза проникает в адипоциты, что приводит к синтезу липидов.

При этом клетки не получают необходимой энергии и посылают сигналы в мозг, что приводит к процессу принятия пищи, причём

желательно, чтобы это была высокоуглеводная еда, чтобы быстрее насытиться. В результате формируются с одной стороны дикий голод и лишний вес, а с другой стороны, клетки продолжают голодать с энергетической точки зрения, ведь источники энергии к ним не поступают. Поэтому, в первую очередь, нужно снизить количество инсулина в крови. Для этого нужно сократить количество приёмов пищи и скачки инсулина, например, до трёхразового питания (рис. 3).



Рис. 2. Механизм действия инсулина

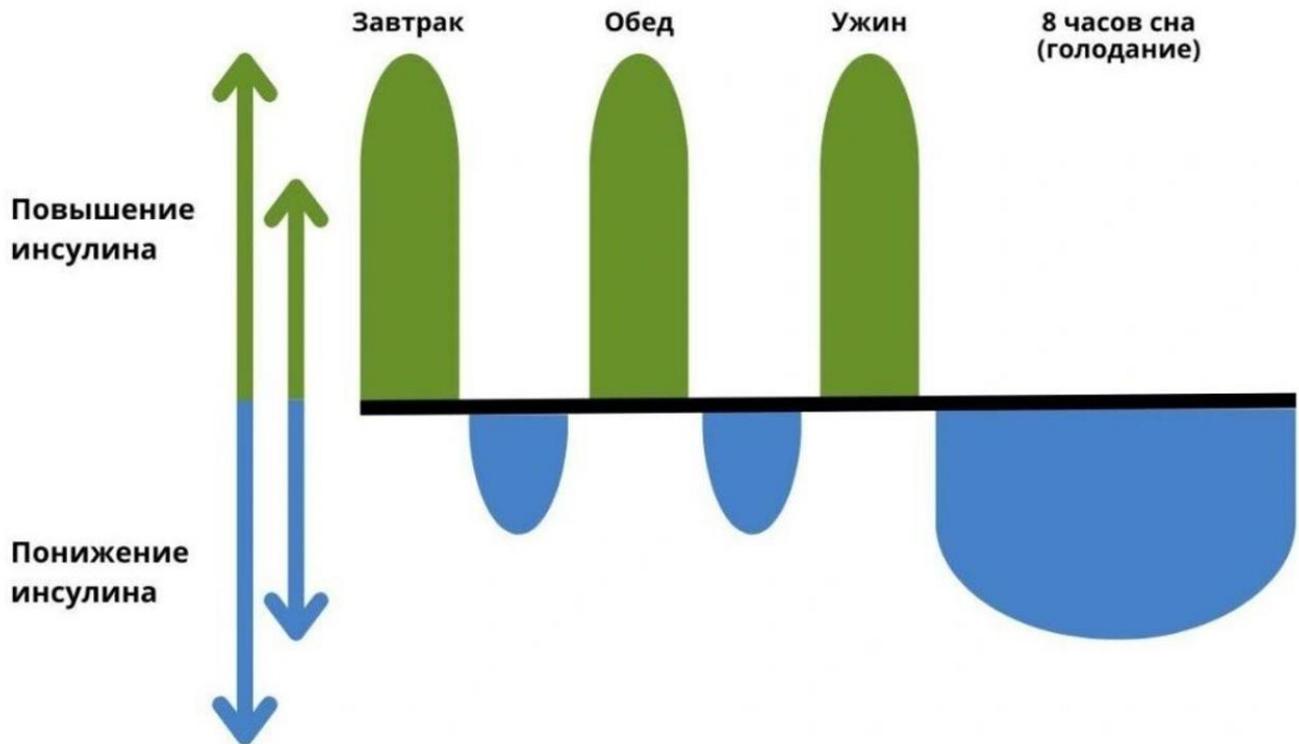


Рис. 3. Динамика содержания в крови инсулина при трёхразовом питании

Само понимание проблемы корреляции между инсулином, лептином и лишним весом не является инновационным. Однако, верно и то, что само это знание не даёт возможности помочь людям действительно избавиться от проблемы лишнего веса навсегда. Главной причиной, которая заставляет переедать даже на фоне нормального гормонального баланса и отсутствия других заболеваний, является то, что человек переедает компульсивно. То есть в момент приёма пищи он не понимает, что он делает, впадая в амнезию. Именно этот момент и требует самого серьёзного подхода, длительной коррекции и наблюдения со стороны специалиста.

В чём заключается эта коррекция помимо исправления первоначальных физиологических проблем с инсулином и лептином? Дело в том, что во время приёма пищи всегда задействуется процедурная память. Это долгосрочные воспоминания и паттерны поведения, которые нам привили в детском или подростковом возрасте. Данные паттерны поведения глубоко внедрены в структуру поведенческого каркаса и трудно поддаются исправлению, однако это возможно. Для этого нужно выполнять характерные и одинаковые действия изо дня в день, чтобы сформировался устойчивый условный рефлекс. При этом, таких однотипных действий не должно быть много, так как чем больше действий выполняет индивид, тем труднее и дольше они становятся новой основой процедурной памяти.

Условия и методы исследования

Применение используемой нами методики было проведено среди 3000 участников в возрасте от 25 до 74 лет. Для оценки эффективности метода использовались различные

параметры: еженедельный контроль веса в динамике, ведение дневника самоконтроля, а также определение уровня глюкозы, инсулина и холестерина в начале и после применения методики каждые 3 месяца. Также проводился контроль за уровнем лептина и кортизола.

Исследования осуществлялись путём наблюдения за испытуемыми при строгом соблюдении пищевого протокола. Им предлагалось заранее за сутки спланировать свой пищевой рацион (причём, делать это в одно и то же время), купить необходимые продукты и приготовить, осуществить строго три приёма пищи в одно и то же время с перерывом 5–6 часов и взвешивать еду непосредственно перед употреблением. Данные 4 действия нам представляются необходимыми минимальными, но достаточными для успешного формирования процедурой памяти индивида.

Результаты и их обсуждение

Разработанный нами пищевой протокол, строго трёхразовое питание в одно и то же время с взвешиванием продуктов оказалось очень эффективным на примере 3000 испытуемых: 2915 из них показали результаты по снижению своего веса, независимо от возрастной категории (таблица 1). Длительное наблюдение за испытуемыми подтвердило устойчивость снижения индекса массы тела без риска возврата веса. Многократное повторение этих действий, как правило, на протяжении трёх–четырёх месяцев приводит к тому, что такое поведение записывается в процедурную память и испытуемые продолжают вести такой образ жизни даже без наблюдения диетолога, то есть самостоятельно.

Таблица 1

Эффективность снижения веса при использовании авторской методики (объяснения в тексте)

| Возрастная группа | Число испытуемых | | Число лиц, у которых наблюдалось устойчивое снижение веса | |
|-------------------|------------------|------------|---|------------|
| | абс. | доля, % | абс. | доля, % |
| с 25 до 34 лет | 630 | 21,0 | 615 | 21,1 |
| с 35 до 44 лет | 820 | 27,3 | 790 | 27,1 |
| с 45 до 64 лет | 1 100 | 36,7 | 1 080 | 37,0 |
| с 65 до 74 лет | 450 | 15 | 430 | 14,8 |
| Всего | 3 000 | 100 | 2 915 | 100 |

Нами предполагается полный отказ испытуемых от аддитивной пищи, которая провоцирует компульсивные срывы и возврат к изначальному весу, а также отказ от переработанной и легкоусвояемой пищи, которая вызывает повышенное содержание инсулина в крови. Такая еда, как правило, содержит переработанные сахара, глютен и муку. Так, в литературе есть масса исследований, подтверждающих опасность инсулиновых скачков после употребления легкоусвояемых сахаров для всех людей, а не только для диабетиков. Наши же многолетние наблюдения поведения людей и их компульсивных срывов подтверждают, что мучные изделия обладают не только способностью значительно увеличивать уровень инсулина, но и также несут на себе высокую аддитивную нагрузку.

На рисунке 4 изображено правильно подобранное меню испытуемых в данном эксперименте, откуда можно увидеть, что сбалансированное питание может быть разнообразным, вкусным и сытным. Большие порции позволяют организму насытиться в полной мере. Наличие в рационе свежих овощей и богатых белком продуктов обеспечивает восполнение организмом необходимых витаминов и минералов и нормализации работы желудочно-кишечного тракта, что сказывается на благотворном состоянии всего организма. Использование фруктов восполняет недостаток энергии, что влечёт за собой улучшение работы мозга и физической активности всего организма.

Заключение

Ожирение является хроническим рецидивирующим заболеванием, приводящим к многочисленным недугам и требующим длительного лечения. Тем не менее, до сих пор многие люди считают избыточный вес и ожирение личной проблемой, кото-

рую можно решить самостоятельно, и занимаются самолечением, что является, на наш взгляд, опасным заблуждением. Успешное и грамотное лечение ожирения возможно только под наблюдением квалифицированного медицинского специалиста. Предлагаемый в данной статье метод на основе коррекции процедурной памяти применяется нами для лечения проблемы ожирения уже 4 года и неизменно показывает стабильные и положительные результаты без возврата веса, является одним из самых простых, эффективных и доступных способов снижения веса для подавляющего большинства людей, включая беременных, инсулинорезистентных и даже лиц, имеющих другие различные заболевания.

Литература

1. Boucsein A., Kamstra K., Tups A. Central signalling cross-talk between insulin and leptin in glucose and energy homeostasis // *Journal of neuroendocrinology*. 2021. Vol. 33 (4). P. e12944. doi:10.1111/jne.12944.
2. Effect of Home Enteral Nutrition on Diabetes and Its Management / Vallumsetla N., Epp L., Hurt R. T. [et al.] // *Nutrition in clinical practice: official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 2019. Vol. 34 (2). P. 250–256. doi:10.1002/ncp.10104.
3. Intermittent versus continuous enteral nutrition attenuates increases in insulin and leptin during short-term bed rest / Gonzalez J. T., Dirks M. L., Holwerda A. M. [et al.] // *European journal of applied physiology*. 2020. Vol. 120 (9). P. 2083–2094. doi:10.1007/s00421-020-04431-4.
4. Романов Г. Н. Гиперинсулинемия – повышенный инсулин в крови [Электронный ресурс]. URL: <https://www.endocrinolog.by/to-patients/giperinsulinemiya-povyshennyj-insulin-v-krovi/> (дата обращения: 15.05.2024).



а



б



в



г

Рис. 4. Некоторые примеры меню для снижения веса при трёхразовом питании строго в одно и то же время: а – правильный ужин; б – правильный обед; в – правильный ужин; г – правильный завтрак

EFFECTIVE APPROACH IN THE TREATMENT OF OBESITY AND OVERWEIGHT ON THE BASIS OF CORRECTION OF PROCEDURAL MEMORY OF AN INDIVIDUAL

A. A. Savina

This article presents the results of the validation of the author's method for weight correction. According to the results of the study, it was proven that regardless of age, weight, physical condition of the body, initial insulin level and gender, if the food protocol is followed, weight steadily decreases and does not return, insulin levels in the blood are leveled, appetite decreases and food addiction goes away. Also, these studies show that intermittent interval feeding with meals at intervals of 5 hours is easily tolerated by patients and significantly reduces the level of insulin in the blood. It should be noted that significant and successful weight loss does not require intermittent fasting or a strict food protocol, where the patient will have to endure long periods of time without eating. 5-6 hours without food is quite enough while awake and 10-12 hours without food at night. This allows you to create a comfortable and convenient schedule of 3 meals a day, which patients can easily tolerate for a long time and during the rehabilitation period that is expected to be their life.

Key words: glucose; cholesterol; food protocol; addictive food; compulsive disorder; procedural memory of the individual.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 591.112.2

ВЛИЯНИЕ 1-((4-НИТРОФЕНИЛ)СУЛЬФОНИЛ)-1Н-1,2,4-ТРИАЗОЛА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА КРЫСЫ

Р. И. Юдина, Р. А. Зайнулин

В данной работе продемонстрированы результаты экспериментов, в которых было изучено влияние 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола на функциональное состояние сердца крысы. Изучались такие основные параметры ЭКГ крысы, как продолжительность зубца Р, интервалы Р-Q, Q-T, R-R, комплекс QRS, а также частота сердечных сокращений. Выявлено замедленное прохождение импульса через AV-узел, что может свидетельствовать о более длительном времени передачи возбуждения от предсердий к желудочкам. Вероятно вещество оказывает двойственное действие, одновременно стимулируя предсердия и замедляя проводимость в AV-узле. Сочетание увеличения частоты сердечных сокращений, сокращения интервала R-R и сокращения продолжительности комплекса QRS указывает на развитие тахикардии под влиянием исследуемого вещества. Выявленные эффекты не позволяют однозначно судить о возможной пользе или вреде исследуемого вещества, а также о его потенциале в качестве лекарственного средства.

Ключевые слова: триазол; ЭКГ; комплекс QRS; частота сердечных сокращений.

Сердечнососудистые заболевания занимают первое место среди причин заболеваемости, инвалидизации и смертности населения. До сих пор актуальной является проблема не только их лечения, но и профилактики возникновения [1]. Поэтому много сил и средств вкладывается в разработку лекарственных препаратов, действующих на сердце и сосуды. Одним из возможных кандидатов на роль такого препарата является 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазол, который является химическим производным триазола и синтезирован на кафедре неорганической химии Самарского университета.

Триазолы проявляют различную изомерию, в зависимости от расположения атомов азота внутри кольца [2]. Среди азотсодержащих гетероциклических соединений синтезированы триазолы, нашедшие фармакологическое применение. Исследование 1,2,4-триазолов и их производных занимает важное место в химии гетероциклических соединений. Химия производных 1,2,4-триазола значительно ускорилась после разработки нескольких простых и удобных методов синтеза хи-

мических соединений с ожидаемой биологической активностью [3].

Присутствие трёх атомов азота в структуре триазолов предоставляет возможности для множества структурных модификаций с получением новых терапевтических препаратов. Таким образом, триазолы являются важной платформой в медицинской химии, которые играют ключевую роль в различных биологических механизмах, связанных с инфекциями, раком, судорогами, воспалением, нейродегенерацией и окислительным стрессом [4]. Данное обстоятельство послужило основанием для изучения кардиотропных свойств 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола.

Условия и методы исследования

Исследования проводили в хронических опытах на 18 нелинейных половозрелых самцах крыс массой 150–250 г, наркотизированных уретаном. Животных делили на 3 опытных группы по 6 животных в каждой. У всех животных регистрировали электрокардиограмму (ЭКГ) на фоне действия исследуемого соединения в течение 1 часа с интервалами в 5 минут.

© Юдина Р. И., Зайнулин Р. А., 2024.

Юдина Регина Игоревна (89270100319@mail.ru), студент IV курса биологического факультета;

Зайнулин Руслан Анасович (zajnuln63@inbox.ru),

доцент кафедры физиологии человека и животных Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

С целью исследования зависимости «доза – эффект» применяли широкий диапазон концентраций вещества от 10^{-3} моль/л до 10^{-5} моль/л. Растворы вещества вводили внутривенно в объёме 1 мл.

Запись ЭКГ проводили на электрокардиографе Альтон – 03 при помощи стальных игольчатых электродов во втором стандартном отведении.

В экспериментах определялось влияние вещества на основные параметры ЭКГ: продолжительность зубца Р, интервалов Р-Q, Q-T, R-R и комплекса QRS, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Динамика колебаний продолжительности интервалов и изменений частоты сердечных сокращений позволили судить о кардиотропных свойствах исследуемого соединения. Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков был использован программный пакет Sigma Plot. Статистически значимым считали изменения со значениями от $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ электрокардиограмм, зарегистрированных после введения исследуемого соединения, дал возможность сделать выводы о характере изменений временных параметров ЭКГ.

На рисунке 1 показаны изменения частоты сердечных сокращений.

При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л ЧСС имела тенденцию к увеличению. Статистически значимое изменение наблюдалось на 55 минуте и составило $7,950 \pm 2,565$ % ($p < 0,05$).

На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

На рисунке 2 показаны изменения продолжительности интервала R-R.

При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л интервал R-R имел тенденцию к уменьшению. Статистически значимое изменение наблюдалось на 55 минуте и составило $9,653 \pm 3,575$ % ($p < 0,05$).

На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

На рисунке 3 показаны изменения продолжительности интервала P-Q.

При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л интервал P-Q имел тенденцию к увеличению. Статистически значимые изменения наблюдались на 45, 50 и 60 минутах и составили $33,824 \pm 12,080$ % ($p < 0,05$), $45,588 \pm 16,281$ % ($p < 0,05$), $58,088 \pm 20,746$ % ($p < 0,05$) соответственно.

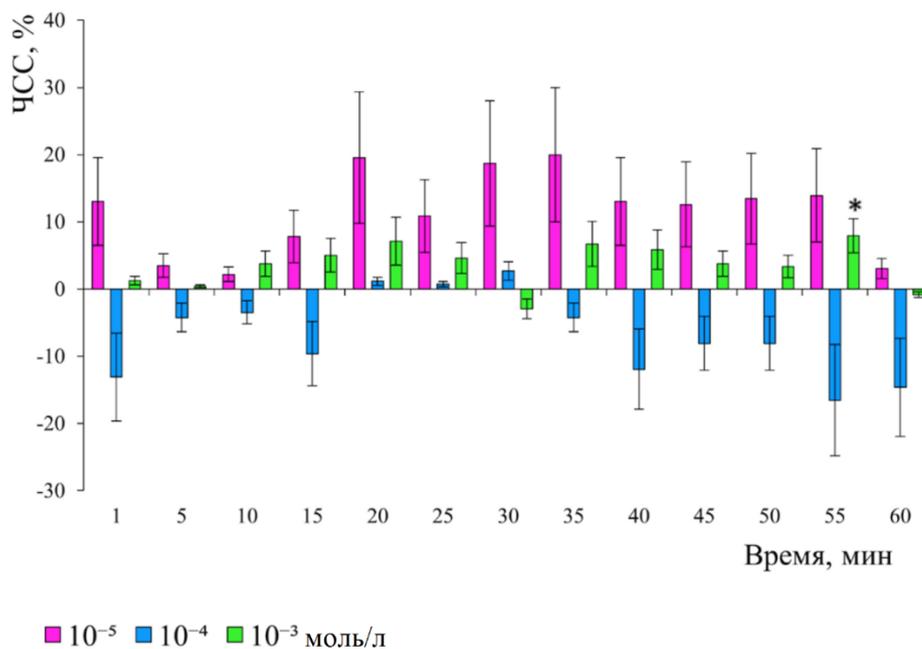


Рис. 1. Динамика изменений частоты сердечных сокращений на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} , и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

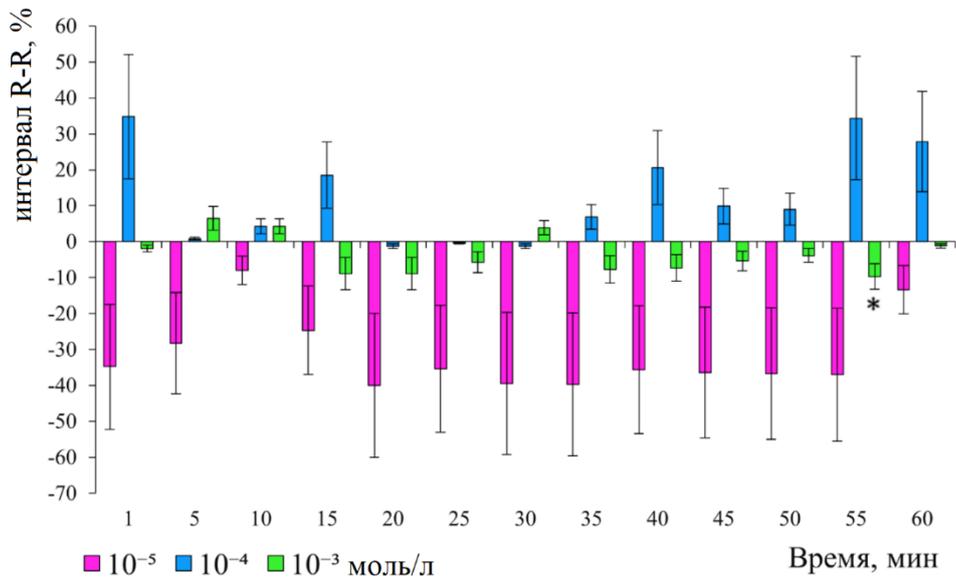


Рис. 2. Динамика изменений интервала R-R на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

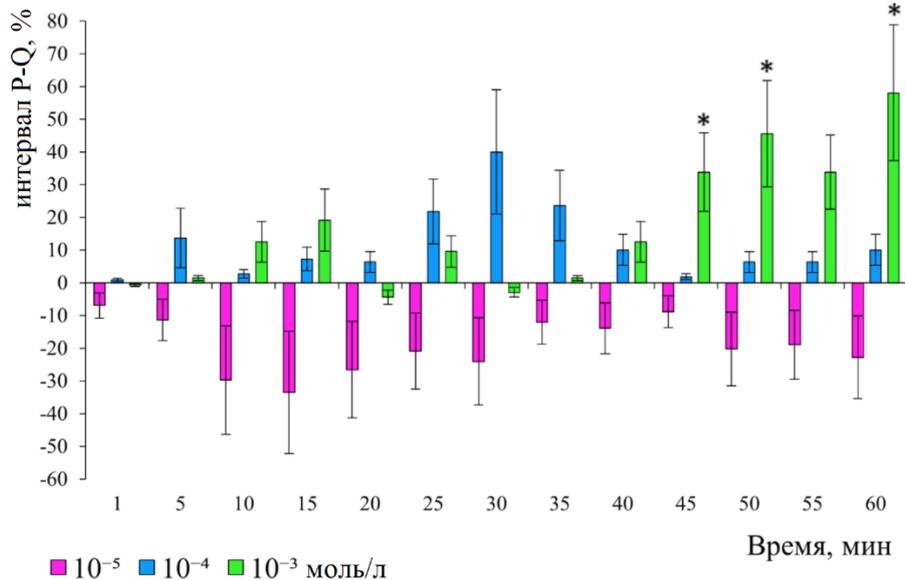


Рис. 3. Динамика изменений интервала P-Q на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} , и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

На рисунке 4 показаны изменения продолжительности интервала Q-T. При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л интервал Q-T имел тенденцию к уменьшению. Статистически значимые изменения наблюдались на 1 и 60 минутах и составили $16,568 \pm 5,616$ % ($p < 0,05$), $24,260 \pm 5,776$ % ($p < 0,01$) соответственно.

На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

На рисунке 5 показаны изменения продолжительности зубца P.

При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л зубец P имел тенденцию к увеличению. Статистически значимое изменение наблюдалось на 60 минуте и составило $37,778 \pm 12,186$ % ($p < 0,05$). На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

На рисунке 6 показаны изменения продолжительности комплекса QRS.

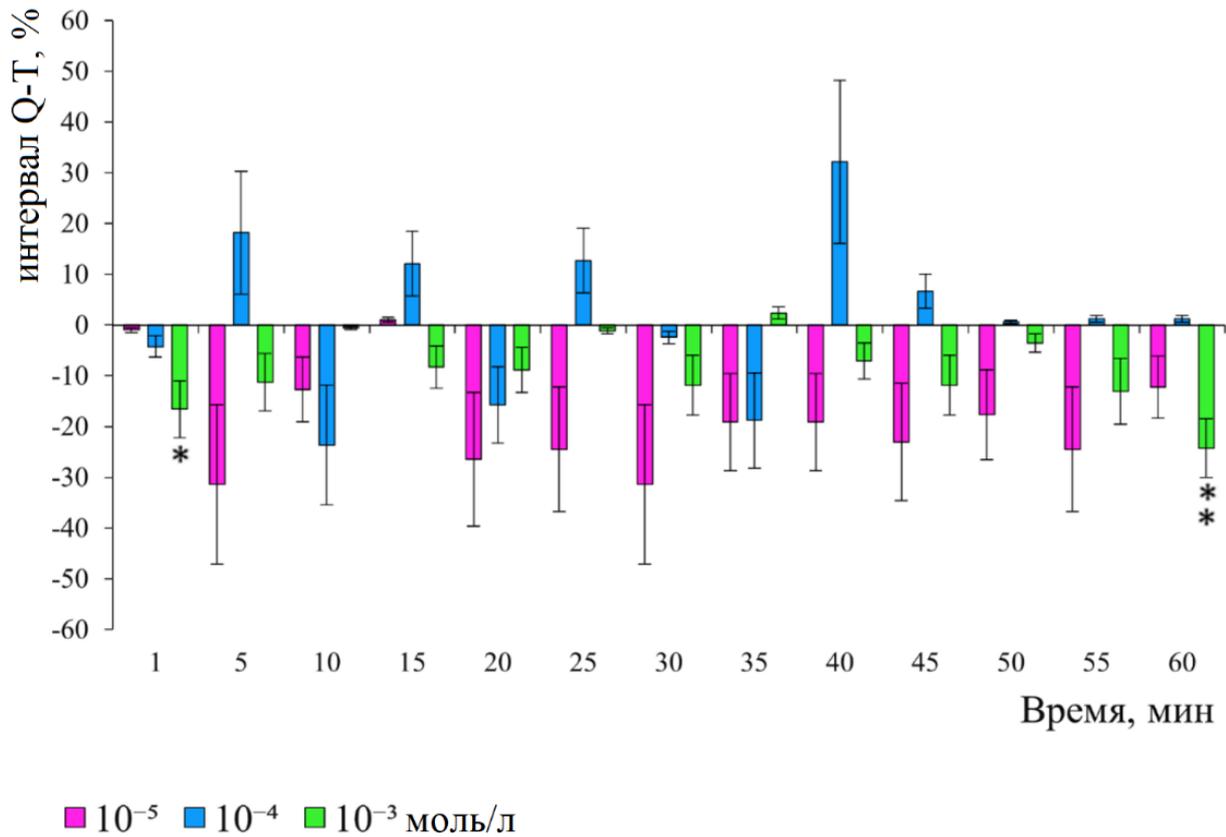


Рис. 4. Динамика изменений интервала Q-T на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

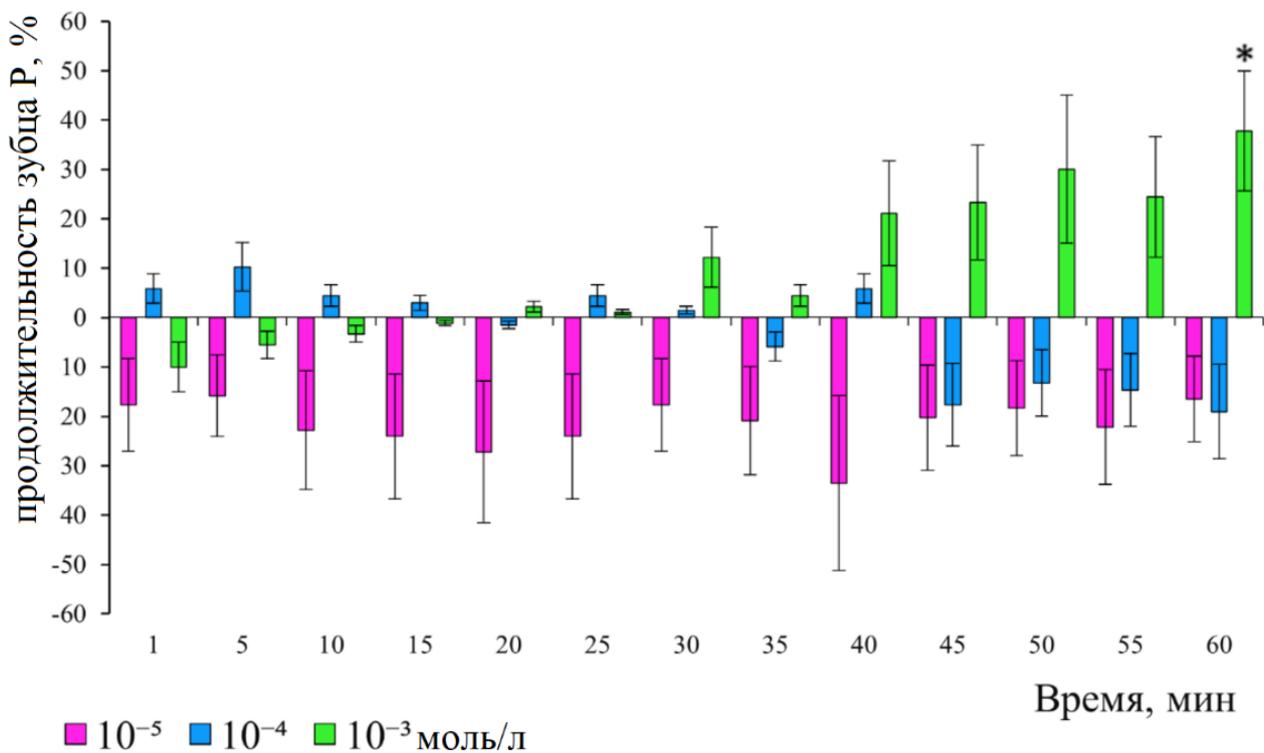


Рис. 5. Динамика изменений продолжительности зубца P на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

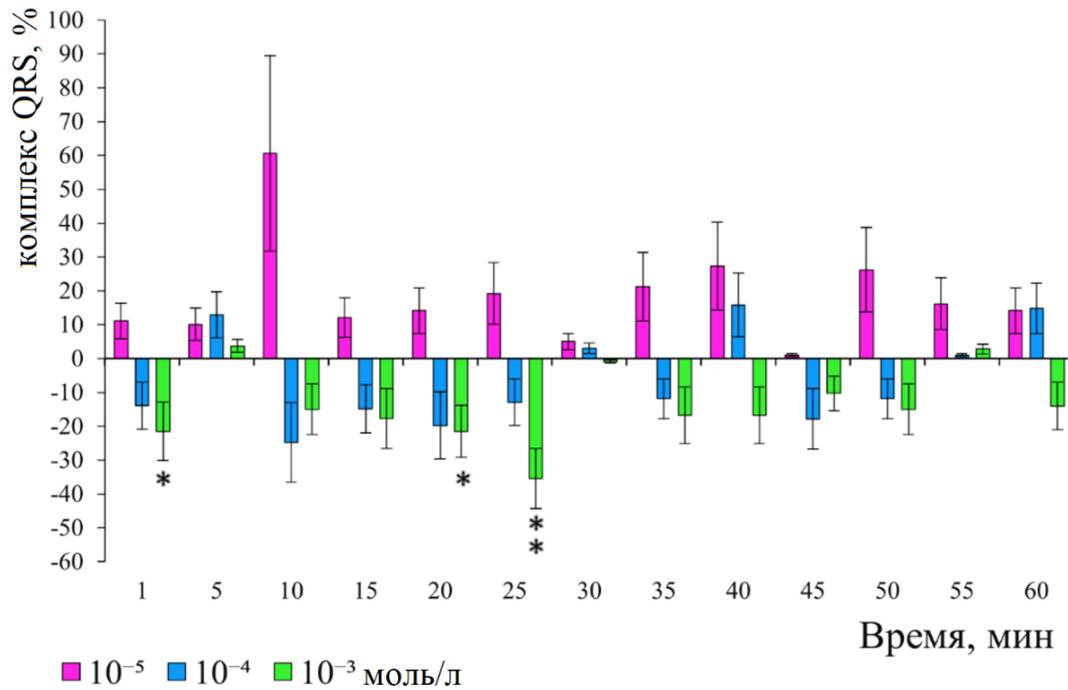


Рис. 6. Динамика изменений комплекса QRS на фоне действия 10^{-5} , 10^{-4} и 10^{-3} моль/л растворов 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола (в % от исходного уровня)

При введении 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола в концентрации 10^{-3} моль/л комплекс QRS имел тенденцию к уменьшению. Статистически значимые изменения наблюдались на 1, 20 и 25 минутах и составили $21,495 \pm 8,598\%$ ($p < 0,05$), $21,495 \pm 7,677\%$ ($p < 0,05$) и $35,514 \pm 8,879\%$ ($p < 0,01$) соответственно.

На фоне действия растворов в концентрации 10^{-4} и 10^{-5} моль/л статистически значимых изменений не выявлено.

Обсуждение полученных результатов

Анализ экспериментальных данных изучения влияния 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1H-1,2,4-триазола на сердечную функцию у крыс показал изменения основных параметров ЭКГ.

При введении данного соединения в концентрации 10^{-3} моль/л наблюдалась тенденция к учащению сердцебиения и сокращению интервала R-R, отражающего продолжительность сердечного цикла.

Интервал P-Q, который находится между началом зубца P и началом комплекса QRS, является индикатором внутрипредсердной проводимости и задержки возбуждения в атриовентрикулярном (AV) узле. Удлинение этого интервала указывает

на замедленное прохождение импульса через AV-узел, что может свидетельствовать о более длительном времени передачи возбуждения от предсердий к желудочкам. Вероятно вещество оказывает двойственное действие, одновременно стимулируя предсердия и замедляя проводимость в AV-узле [5].

Зубец P на ЭКГ отображает деполяризацию предсердий, что инициирует их сокращение, или предсердную систолу. Увеличение продолжительности зубца P может указывать на замедление проводимости импульса. Сокращение продолжительности комплекса QRS на ЭКГ может возникать по разным причинам, связанным с влиянием на электрические сигналы сердца. Частичная или полная блокада одной из ветвей пучка Гиса способна уменьшить продолжительность комплекса QRS [6].

Сочетание увеличения частоты сердечных сокращений, сокращения интервала R-R и сокращения продолжительности комплекса QRS указывает на развитие тахикардии под влиянием исследуемого вещества.

Изменения, зафиксированные в исследовании (включая тахикардию), могут быть связаны с положительным хронотропным эффектом данного соединения.

Таким образом, изучаемое вещество, вероятно, оказывает комплексное воздействие на сердечную деятельность, одновременно активируя симпатическую систему, усиливая проводимость в желудочках и замедляя проводимость через АВ-узел. Тем не менее, выявленные эффекты не позволяют однозначно судить о его возможной пользе или вреде, а также о его потенциале в качестве лекарственного средства.

Заключение

Таким образом, в данном исследовании было продемонстрировано, что 1-((4-нитрофенил)сульфонил)-1Н-1,2,4-триазол обладает положительным хронотропным эффектом, на что указывают характерные изменения параметров электрокардиограммы.

Литература

1. Сеин О. Б., Жеребилов Н. И. Регуляция физиологических функций у животных. СПб.: Лань, 2009. 288 с.

2. Багал Л. И., Певзнер М. С., Лопырев В. А. Синтез и превращения карбоновых кислот ряда 1,2,4-триазола Химия гетероциклических соединений. 1967. № 1. С. 180–183.

3. Abdulgani S. M., Ar-Ravi M. S. Synthesis of new 1,2,4-triazole derivatives with expected biological activity // Chemistry. Methodology. 2022. № 6. С. 59–66.

4. Силачев В. А. Новые модификации 1,2,4-триазолов: синтез и биологическая активность // Журнал органической химии. 2018. Т. 48. № 7. С. 961–975.

5. Physiologic heart rate dependency of the PQ interval and its sex differences / O. Toman, K. Hnatkova, P. Smetana [et al.] // Scientific Reports. 2020. Vol. 10 (1). № 2551. doi:10.1038/s41598-020-59480-8.

6. Абакумова Т. В., Долгова Д. Р., Геннинг Т. П. Физиология кровообращения. Ч. 2. Физиология сердца. Ульяновск: УлГУ, 2012. 36 с.

EFFECT OF 1-((4-NITROPHENYL)SULFONYL)-1H-1,2,4-TRIAZOLE ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE RAT HEART

R. I. Yudina, R. A. Zainulin

This work demonstrates the results of experiments in which the effect of 1-((4-nitrophenyl)sulfonyl)-1H-1,2,4-triazole on the functional state of the heart of rats was studied. Such basic parameters of the rat ECG were studied as the duration of the P wave, P-Q, Q-T, R-R intervals, the QRS complex, as well as heart rate. The pulse is delayed through the AV node, which may indicate a longer time of transmission of excitation from the atrial appendage to the ventricles. The substance probably has a dual action, simultaneously stimulating prehearsis and slowing down conduction in the AV node. The combination of increased heart rate, reduced R-R interval and decreased duration of QRS indicates tachycardia under influence of the target substance. The effects detected do not allow to judge unequivocally about possible benefit or harm of the tested substance, as well as its potential as a medicinal product.

Key words: triazole; ECG; QRS complex; heart rate.

Статья поступила в редакцию 19.12.2024 г.

© Yudina R. I., Zainulin R. A., 2024.

*Yudina Regina Igorevna (89270100319@mail.ru), 4th year student of the Faculty of Biology;
Zainulin Ruslan Anasovich (zajnulin63@inbox.ru),
associate professor of the Department of Human and Animal Physiology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.*

ЖУРНАЛИСТИКА

УДК 009

ПРИЁМЫ ВИДЕОДРАМАТУРГИИ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ЖУРНАЛИСТИКИ В ЗОНЕ ВООРУЖЁННОГО КОНФЛИКТА

В. Г. Афримович

В данной работе приведены примеры использования различных аудиовизуальных приёмов в документальных фильмах разных авторов и прослежена их роль в построении драматургии произведения. Современные авторы имеют возможность использовать обширный список технических и сценарных приемов, позволяющих рассказывать истории, выстраивая увлекательную драматургию, способную затронуть зрителя и повлиять на него. Использование кинематографических приёмов изменяет документальный жанр, превращая его в мощное средство воздействия на аудиторию. Современная телевизионная журналистика в зоне вооруженного конфликта при использовании драматургических средств оказывает мощное влияние на общество, являясь не только источником информации, но и способом культурного развития и просвещения.

Ключевые слова: драматургия; военная корреспонденция; документальные фильмы; хроника; аудиовизуальные средства; темпоритм.

XXI век – время крупных исторических изменений и глобальных потрясений для человечества. Всеобщий информационный доступ в такой ситуации обеспечивает отождествление человека с эпохой и ее ритмом.

Современная политическая система каждой страны зависит от взаимодействия с другими людьми, от ситуации и политического климата на других территориях. Такая интересубъективность порождает необходимость каждого отдельного члена общества быть сведущим в большом количестве общественных и политических процессов.

Одной из частей мировой истории являются конфликты и противоречия. Вооруженные конфликты преследовали человеческую цивилизацию от самых ее истоков и до наших дней, а со временем люди осознали необходимость освещения их хода, причин и последствий. Для большей части населения необходимым просветителем, помогающим разобраться в сути и источнике, являются средства массовой информации. Их роль в освещении вооруженных конфликтах не сводятся к одной лишь передаче статистики из

мест сражений. Они выполняют аналитическую, исследовательскую, идеологическую и критическую функции.

В настоящее время телевизионная журналистика вооруженного конфликта [1] развивается во многих жанрах и направлениях, а авторы находят новые способы донесения информации до зрителя и влияния на него путем использования драматургических приемов в аудиовизуальном произведении.

Актуальность работы заключается в культурном, политическом и событийном контексте XXI века, а именно крупного количества локальных и глобальных конфликтов по всему миру. Журналистика обеспечивает не только информирование людей о конфликте, но и его исследование, анализ причин и осмысление через создание аудиовизуальных произведений. Среди них – документальные фильмы.

Приемам драматургии посвящены работы С. Е. Медынского, С. Л. Кармена, Э. А. Девликамовой, Ю. И. Хотинной, Г. М. Безбедова, Л. М. Безбедова, В. А. Бабенко, В. М. Амирова, А. И. Анохина и

© Афримович В. Г., 2024.

Афримович Валерий Геннадьевич (valeraafrim@mail.ru), студент IV курса факультета филологии и журналистики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

В. В. Масловой. Авторы данных трудов анализируют фильмы разных годов, режиссеров и разбирают их драматургические приемы.

За долгие годы своего развития документальное кино доказало свою культурную и социальную важность. При грамотном использовании кинематографических приемов и серьезному подходу к работе авторы могут создать произведение, представляющее собой синтез рассуждений, просвещения и рекреации. Именно создатели документального кино нередко находят ответы на вопросы, важные для отдельного человека и всего мира, потому что, в отличие от художественного произведения, документальный фильм не может являться развитием мысли одного человека, так как требует наличия героев, свидетелей или экспертов, обеспечивающих картину фактами и достоверной информацией.

За время своего развития телевизионная журналистика в зоне вооруженного конфликта приобрела проверенные методы воздействия на зрителя через работу с аудиальными, визуальными и драматургическими приемами. Для их анализа нужно обратиться к документальным фильмам и циклам.

Один из самых известных военных кинодокументалистов Роман Кармен [2] задал вектор развития работе с драматургическими приемами в документальных произведениях. В 1942 году Кармен прибывает в блокадный Ленинград с заданием снять фильм об обороне города, но узнает, что первый вариант фильма уже снят под руководством операторов Ефима Учителя и Иосифа Хмельницкого. Работа над фильмом, а именно досъемки и монтаж, проходят под командованием Кармена.

Кинофильм начинается с показа мирной жизни города до войны. Режиссер монтажа дает зрителю привыкнуть к спокойному темпу повествования, размеренной жизни города, статичной камере, приятной и спокойной музыке. Все меняется с наступлением 22 июня и речи о нападении Германии на СССР, реакцию горожан на которую снимал Ефим Учитель. Музыка прекращается, слышна только речь Молотова, камера постоянно мечется между громкоговорителями, в кадре мелькают лица людей из толпы, склейки становятся чаще. В самом начале Роман Кармен

использует прием, который до него применялся преимущественно в игровом кино авторами немецкого кинематографа – контраст. Режиссер закрывает экспозицию необычным приемом, который заставляет зрителя сразу почувствовать себя дискомфортно и ощутить ужас неожиданной перемены жизни.

В фильме реализовано множество приемов аудиального повествования. Звук и музыка в нем – важнейшие средства повествования. В фильме хорошо построен темпоритм. Музыка утверждает мотив действия, его скорость, важность. Она строит атмосферу – мажорные мотивы во время эпизодов поднятия боевого духа [3] или демонстрации дороги жизни, минорные в тяжелые моменты, быстрая резкая в моменты опасности. Кроме стандартного применения музыки, Роман Кармен использует прием, который станет популярным в съемке фильмов о войне много позже – аудиовизуальный контрапункт. Этот прием используется для усиления визуального ряда путем подбора «неподходящей», противоположной музыки. Праздничный и бодрый марш на фоне разрушенного города или фанфары во время подготовки баррикад заставляют ощутить внутренний диссонанс.

Интересен фильм и с точки зрения работы операторов. В фильме использовано большое количество монтажных планов (общие, средние, крупные и детали), позволяющих создать наиболее полное восприятие действия. Кропотливая работа с композицией и мизансценами позволяет собрать множество деталей в кадре. Основная часть кадров выполнена с проработкой «глубокой композиции», то есть информация расположена на всех частях экрана (на переднем плане, в основной части и на линии горизонта). Такой операторский прием позволяет создать образный путь к пониманию картины. Например, толпа людей в работе стоит между противотанковым «ежом» на первом плане и городом на заднем плане. «Еж» перекрывает часть действия – то, что выглядит, как брак, на деле является сильным визуальным образом.

Движение камеры всегда оправдано. Либо это панорама [4] с легко различимыми точками начала и финала, либо камера, сопровождающая героев на их пути.

Фильм «Ленинград в борьбе» – демонстрация проработанной видеодраматургии с

минимальным количеством технических средств. Большая часть приемов из этого фильма используется и в наши дни разными представителями кино или журналистики.

В картине «Разгром немецких войск под Москвой» есть большая часть визуальных приемов, использованных Карменом в своём фильме, но команда фильма поставила себе задачу, отличную от той, что решали авторы ленинградского фильма. Если Роман Кармен старался отразить атмосферу города и внутреннее состояние его жителей, то Леонид Варламов и Илья Копалин создают образ самой войны, ее жестокости, смерти. Камеры операторов фильма делаются сторонними безэмоциональными наблюдателями, холодно фиксирующими все происходящее. Статичными кадрами зрителю показывают трупы сожжённых красноармейцев, убитых на поле боя солдат, скорбящую над телом дочери мать, горящие деревни, вмерзших в лед жителей поселков, рыдающих напуганных детей, раненых советских солдат и гибель бойцов Красной Армии. Холодная отстранённость оператора и демонстрация ужасов войны на подсознательном уровне влияет на зрителя, завладевает его внимание и шокирует, а фильм становится доказательством преступлений и жестокости захватчиков.

Другой интересный прием, используемый в картине, – взгляд в камеру. Иногда во время того или иного события на зрителя начинает смотреть герой фильма, будто он в какой-то момент заметил, что за ним наблюдают и обращается к закадровому свидетелю событий. Крупные планы и детали глаз создают приём, очеловечивающий людей в кадре, независимо от того, кто они. В камеру может посмотреть улыбающаяся девушка, которая рада освобождению деревни, маленький мальчик, с интересом разглядывающий малознакомое ему устройство, марширующие солдаты, пожелавшие сохранить свои лица в истории или пленные немцы, испуганно идущие под конвоем. На монтаже режиссером очень часто проводится противопоставление этих взглядов, усиливающееся комментариями закадрового рассказчика, вторящего, будто в лицо фашистам: «Нет пощады!». Прием случайного взгляда в камеру или слома четвертой стены станет очень популярным, и режиссеры будут использовать

его в ключевых моментах истории. Например, Элем Климов ставит в финал фильма «Иди и смотри» сцену расправы мальчика над портретом Адольфа Гитлера. В какой-то момент полные ненависти глаза поднимаются на зрителя и замирают так на несколько секунд, позволяя заглянуть в душу главного героя, чью жизнь навсегда изменила война.

В телевизионную журналистику из зон вооружённого конфликта XXI века Евгений Поддубный привнёс очень много благодаря регулярной работе, как репортёра новостей, так и режиссёра собственных документальных работ. Наибольший интерес представляют два короткометражных фильма «Батя» и «Битва за Сирию».

Фильм «Батя» – рассказ о пути одного человека, лидера Донецкой Народной Республики Александре Захарченко. Фильм начинается с оглушительного выстрела и кадров боёв. За первые несколько секунд автор уже обозначает основной конфликт, суть фильма и темп истории.

Раскрытие самого героя происходит постепенно в несколько этапов. Сначала зритель получает биографическую сводку от закадрового рассказчика под сопровождение документальных кадров, затем режиссёр даёт информацию о герое через беседы с людьми, знавшими его до событий 2014 года, лишь потом в кадре звучит первый монолог главного героя. Беседы с Захарченко построены и смонтированы таким образом, чтобы образовывать логическую цепь сближения зрителя с ним. Поддубный проводит линию сюжета от города через поле боя и ставит финальную точку сближения в самой интимной обстановке – доме героя. Это позволяет построить образ Захарченко, показав его во всех сферах его жизни.

В интервью автор пытается поместить максимальное количество визуальной информации. Фон во время каждой беседы является характеристикой говорящего: позади военного в кадре стоит дежурный, а большую часть фона занимают стены укрытия, демонстрирующие регулярную опасность и риск. Задний план при съёмке интервью с главным героем тоже проходит свой логический путь. Постоянное нахождение в одном кадре с Захарченко солдат раскрывает его как истинного лидера, к которому тянутся люди. Нема-

ловажную роль в каждом фильме Евгения Поддубного играет показ эмоций на лицах людей – обилие крупных планов подчеркивает важность отдельного человека.

В фильме «Битва за Сирию» раскрывается потенциал непосредственной съемки на поле боя. Камера Евгения Поддубного находится очень близко к воюющим солдатам, раненым, горящим зданиям или испуганной толпе. Камера ощущается как участник события. Через приём «субъективного взгляда» автор стирает грань между зрителем и событием. Тряска камеры, подражание движениям окружающей толпы, ощущение близости опасности – сильный приём драматургии, распространённый в фильмах подражающим документальным картинам и создающим таким образом эффект присутствия. Одна из работ с таким приемом в художественном кино была снята русским оператором Романом Васьяновым в Голливуде. В фильме «Патруль» камера осознанно уходит от красивых ракурсов и плавных движений, уступая место дрожанию, заваленному горизонту, пересветам и будто случайно обрезанным головам и деталям, акцентируя внимание на деталях и моментах, которые обычно не привлекают внимания. Этот подход не просто создает эффект присутствия для зрителя, но и погружает его в атмосферу хаоса и напряженности, которая царит на экране, заставляя зрителя ощутить те же эмоции, которые ощущают люди в кадре.

В своих фильмах Евгений Поддубный не боится демонстрировать смерть и большое количество трупов [5]. Например, снайпер стреляет в солдата позади Захарченко, после чего тот падает. Дальнейшая судьба раненого бойца не озвучивается. Окружающая обстановка – ещё один путь к передаче атмосферы конфликта, опасности войны, хрупкости человеческой жизни и созданию образа врага. Поддубный по-настоящему честен со своим зрителем, потому что его камера находится на самых опасных участках вместе с героями. Через локальные истории он раскрывает настроение нации и эпохи.

Примерно по такому же принципу, но немного другим путём, идут авторы фильмов «Военкоры» и «Я ушла на войну». В обоих фильмах ведется рассказ о группе лиц, объединённых по какому-либо признаку. В первом случае это работники средств массовой ин-

формации, а во втором – женщины-военнослужащие. В этих фильмах вооруженный конфликт играет роль исторического фона в то время, как на первый план выходят люди и их истории.

В отличие от большинства документальных фильмов, которые подчиняются структуре драматического произведения, в этих лентах экспозиция либо отсутствует, либо даётся автором в динамике. В фильме «Военкоры» камера показывает героев уже на рабочем месте, в дороге, вблизи фронта или во время работы в тылу. Изначально для зрителя это неизвестные люди, о которых можно что-то узнать из их монологов, обрывочных фраз или бесед с другими людьми. Герои работ «Я ушла на войну» также раскрываются уже в процессе работы и путешествия вместе с авторами фильма.

Эти фильмы служат для раскрытия личностей в общей массе людей фронта. Зритель проходит путь от безучастности по отношению к безымянному водителю скорой помощи до уважения к полковнику и начальнику медицинской службы Наталье с позывным «Стрекоза». Пройденный путь, пережитые испытания подчеркиваются операторскими деталями, вроде дырок от пуль в машине, сгоревшей шины, костыля рядом с постелью героя или испорченного маникюра. Портрет строится через поведение героев, шутки, смех, помощь другим и монологи, напоминающие разговоры с самим собой.

Монолог – это речь действующего лица, главным образом в драматическом произведении, выключенная из разговорного общения персонажей и не предполагающая непосредственного отклика, в отличие от диалога. Есть три вида монологов: технический (рассказ о событиях от лица героя), лирический (раскрытие душевных переживаний) и размышления. В картине используются все три вида, но больший упор делается на лирические монологи и монологи-размышления. Один из самых ярких примеров – рассуждение одной из героинь о нарушении присяги и предательства со стороны правительства Украины. Женщина сама задаёт себе вопрос «Кто из нас предатель?» и пытается найти ответ на него в реальном времени. Таким приёмом автор размывает границу между героем и зрителем, помогает напрямую пообщаться с ним.

В художественном кинематографе одни из самых знаменитых монологов поставил Андрей Тарковский. В его картинах они раскрывают героя в моменты, когда тот ушел в свои мысли и начинает рассуждать вслух на волнующие его темы. Ваня из «Иваново детства» угрожает судом самодельной кукле Гитлера, Снаут рассуждает о природе человеческой сущности и его тяге к поиску себе подобных, все три героя «Сталкера» на протяжении всего фильма пытаются ответить себе на вопросы о творчестве, места науки и сути «зоны». В кинематографе монолог может стать одним из самых эффективных способов воздействия на зрителя, объединяя в себе информационную и эмоциональную составляющие.

«Военкоры» и «Я ушла на войну» ставят себе цель раскрыть внутренний мир не общей массы, а некоторых отдельных представителей. Авторы стараются показать как можно больше лиц, переходя от одного к другому, оставляя кого-то позади.

Современные авторы в сфере телевизионной журналистики в зоне вооруженного конфликта активно применяют разнообразные технические инструменты, визуальные эффекты и аудиальные приемы для создания драматургии видеопродукции и выразительного раскрытия концепций своих произведений. Разнообразное использование камеры, работа со световыми схемами, монтажные техники и спецэффекты позволяют создать напряженную, атмосферную картину, передающую сложность и серьезность военных конфликтов, а звуковые решения дополняют визуальные образы, делая произведение еще более эмоциональным и запоминающимся для зрителя. Таким образом, приемы и техники журналистики в сфере вооруженных конфликтов позволяют создать эмоционально мощные произведения.

Заключение

С момента своего появления журналистика в зоне вооруженного конфликта постоянно развивалась, меняла отношение массовой аудитории и представителей военного дела к себе, создавала новые тропы для рассказа историй и осваивала все новые формы и приемы. На современном этапе телевизионная журналистика в зоне вооруженного кон-

фликта увеличивает свою актуальность по причине коренных преобразований на мировой политической арене.

Взятая на вооружение у авторов прошлых эпох и развивающаяся стратегия съемок документальных фильмов позволяет эффективно воздействовать на зрителя и выполнять требуемые функции телевизионной журналистики по информированию, воспитанию, просвещению и рекреации. Скачок технических средств съемки и монтажа открывает для авторов XXI века путь к поиску новых рычагов влияния и создания нового типа раскрытия темы, героя или события.

Обострившаяся ситуация в мире и большое количество локальных конфликтов и войн делают телевизионную журналистику в зоне вооруженного конфликта важной и необходимой не только отечественного телевидения, но и всего мира в целом, а повышенная роль телевидения в конструировании современной действительности и сложности, вызванные работой в опасной для жизни ситуации, требуют увеличения числа профессиональных корреспондентов.

Современные авторы имеют возможность использовать обширный список технических и сценарных приемов, позволяющих рассказывать истории, выстраивая увлекательную драматургию, способную затронуть зрителя и повлиять на него. Использование кинематографических приемов изменяет документальный жанр, превращая его в мощное средство воздействия на аудиторию.

Документальное кино стало неотъемлемой частью культуры, служа не только информаторов о важных социальных, политических и исторических событиях для зрителя, но и являясь способом глубокого погружения в тему, рефлексии и размышлений. Эта двойственность позволяет документальным фильмам добираться до широкой аудитории и оказывать значительное влияние на общественное сознание. Таким образом, современная телевизионная журналистика в зоне вооруженного конфликта при использовании драматургических средств оказывает мощное влияние на общество, являясь не только источником информации, но и способом культурного развития и просвещения.

Таким образом, современные авторы в сфере телевизионной журналистики в зоне

вооруженного конфликта используют большое количество разнообразных технических, визуальных, аудиальных приемов для создания драматургии видео продукта и раскрытия идеи своих работ.

Литература

1. Современная российская военная журналистика: опыт, проблемы, перспективы / под ред. М. Погорелого и И. Сафранчука. М.: Гендальф, 2002. 253 с.

2. Кармен Р. Л. Под пулемётным огнём: записки фронтового оператора. М.: Алгоритм, 2017. 270 с.

3. Безбедов Г. М., Безбедов Л. М. Кино как инструмент поднятия боевого духа в период Великой Отечественной войны // Научные труды КубГТУ. № 7. 2015 [Электронный ресурс]. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0017/0575.pdf> (дата обращения: 01.04.2014).

4. Медынский С. Е. Панорамирование как творческий приём оператора-документалиста. М.: ВГИК, 2003. 73 с.

5. Кретьова М. В. Специфика современной военной журналистики (на примере творчества Евгения Поддубного): выпускная квалификационная работа. 42.03.02 Журналистика / науч. рук. Рязанцев В. А. Белгород.

TECHNIQUES OF VIDEO DRAMA OF TELEVISION JOURNALISM IN THE ZONE OF ARMED CONFLICT

V. G. Afrimovich

This paper gives examples of the use of various audio-visual techniques in documentary films by different authors and traces their role in the construction of the drama of the work. Contemporary authors have the opportunity to use a wide range of technical and scriptural techniques, allowing them to tell stories, creating an exciting dramaturgy that can affect the viewer and influence him. The use of cinematic techniques changes the documentary genre, turning it into a powerful means of influencing the audience. Modern television journalism in the zone of armed conflict, through the use of dramatic media, has a powerful impact on society as not only a source of information but also a means of cultural development and education.

Key words: drama; war correspondence; documentaries; chronicle; audiovisual media; tempo.

Статья поступила в редакцию 02.06.2024 г.

ИНФОРМАТИКА

УДК 004.8

АННОТИРОВАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Б. О. Непряхин

В данной работе было доказано значительное превосходство современных методов обработки текста перед классическими подходами, применявшимися ранее. Путём анализа и разметки данных, собранных из социальной сети, была осуществлена подготовка исходного набора данных, на основе которого была обучена нейронная сеть. Процесс обучения включал в себя не только саму подстройку параметров сети, но и её оптимизацию с целью достижения максимальной точности классификации текстов по типам публикуемого контента. Затем было проведено тщательное тестирование обученной модели для оценки её точности и надёжности в реальных условиях. Аннотирование текста с использованием метода обучения BERT показало высокую эффективность, обеспечив точность прогнозирования на уровне 98,5% по сравнению с традиционными методами машинного обучения. Эти результаты подтверждают высокую эффективность и точность предложенного подхода, что позволяет классифицировать тексты, публикуемые в социальных сетях, по различным тематикам. Это имеет важное значение для анализа и понимания информационных потоков в современном интернете.

Ключевые слова: обработка естественного языка; датасет; пост социальной сети; ВКонтакте; Python; эмоциональный окрас; трансформеры; BERT; GRU; BiLSTM.

В условиях стремительного роста социальных сетей, которые становятся основным каналом информационного обмена, анализ и классификация контента [1] на этих платформах приобретают особую важность. Посты в социальных сетях содержат разнообразную информацию, от новостей и мнений до рекламы и угроз, что делает их ценным источником данных для различных аналитических задач. Эффективная классификация таких постов позволяет не только понимать поведение пользователей и выявлять актуальные тренды, но и обнаруживать потенциальные угрозы, что имеет ключевое значение для бизнеса и безопасности.

Целью данной работы является разработка алгоритма для автоматической классификации постов в социальных сетях по их тематике. В рамках исследования посты были разделены на семь тематических категорий: вовлекающие, о работе, общие темы, СВО, информирование и новости, продажа, веселье. Эта классификация позволяет анализировать

посты в зависимости от их содержания и тематики, что особенно полезно для маркетинговых стратегий, анализа общественного мнения и мониторинга актуальных событий.

Существующие методы анализа текста, такие как Наивный Байесовский классификатор, Метод опорных векторов (SVM), Дерево принятия решений, Случайный лес, Метод ближайших соседей и Логистическая регрессия, широко использовались в аналитике. Однако эти классические подходы имеют свои недостатки: они могут не учитывать контекст и семантику текста, что ограничивает их точность в условиях большого объема данных и сложности содержания.

Предлагаемые в данной работе методы, основанные на современных подходах, таких как GRU, BERT и BiLSTM, обладают преимуществом: они способны более эффективно учитывать контекст и семантические связи в текстах. Это обеспечивает более высокую точность классификации и позволяет глубже понимать динамику взаимодействия пользователей в социальных сетях.

© Непряхин Б. О., 2024.

Непряхин Богдан Олегович (*bogdannb3@gmail.com*),

магистрант II курса Института информатики и кибернетики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Новизна данной работы заключается в применении методов глубокого обучения для автоматической классификации контента [2; 3] в социальных сетях, что открывает новые возможности для анализа информации [4]. Целью работы является разработка эффективной системы, которая будет не только классифицировать посты по тематикам, но и улучшать качество аналитики, что особенно актуально для маркетинга, мониторинга [5] общественного мнения и выявления фейковых новостей.

Условия и методы исследования

Для данного исследования использовался исходный набор данных, состоящий из более чем 150 тысяч постов из сообществ социальной сети ВКонтакте. Посты были предварительно размечены по 7 различным категориям: вовлекающие, о работе, общие темы, СВО, информирование и новости, продажа, веселье.

Данные были векторизованы с использованием метрики TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency), которая позволяет оценить важность слов в контексте документа, учитывая их частоту появления в других документах. Визуализация векторных представлений текста проводилась с помощью алгоритма латентно-семантического анализа (LSA), что позволило выявить скрытые семантические связи между словами.

Для всех методов использовалось одинаковое разделение данных на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80:20. Это означает, что 80 % данных были использованы для обучения модели, а оставшиеся 20 % – для тестирования и оценки её точности. Такой подход позволяет сбалансировать обучение и оценку модели, предотвращая переобучение и давая объективную оценку её эффективности.

После разметки и разделения данных началось изучение точности определения категории типа контента с использованием методов классического машинного и глубокого обучения на основе нейронных сетей.

Классические алгоритмы, такие как Naive Bayesian, Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, Random Forest, KNeighbors и Logistic Regression, остаются популярными благодаря своей эффективности в условиях ограниченных данных и простоты реализации. Однако они уступают более современным методам в учёте контекста

и глубинной семантики текста. Классические методы были включены для создания базовой линии сравнения. Эти методы являются хорошо зарекомендовавшими себя для задач классификации, обладают простотой реализации и применяются там, где объёмы данных ограничены или глубинный контекст не играет значительной роли.

Современные методы глубокого обучения (GRU, BERT, ViLSTM) были выбраны для анализа более сложных задач классификации текста, где важно учитывать последовательность слов, их контекст и взаимосвязи на уровне предложений. Эти методы подходят для анализа больших текстовых данных и позволяют добиться высокой точности, особенно в случаях, где классические алгоритмы могут быть менее эффективны.

Таким образом, методы подбирались для получения сравнительной оценки их производительности и определения того, насколько современные подходы превосходят классические в контексте задач классификации текстов социальных сетей.

1) Наивный байесовский классификатор (Naive Bayesian): Эффективный и быстрый алгоритм классификации, основанный на применении теоремы Байеса с предположением о независимости признаков.

2) Метод опорных векторов (Support Vector Machine – SVM): Мощный алгоритм машинного обучения для классификации, который находит оптимальную гиперплоскость, разделяющую данные в пространстве признаков.

3) Дерево принятия решений (Decision Tree): Алгоритм, который строит дерево решений на основе входных данных и использует его для принятия решений.

4) Случайный лес (Random Forest): Метод, который создает множество деревьев решений в процессе обучения и объединяет их для получения более точного и устойчивого предсказания.

5) Метод k-ближайших соседей (KNeighbors): Простой алгоритм классификации, основанный на том, что объекты данных классифицируются по большинству голосов их k ближайших соседей в пространстве признаков.

6) Логистическая регрессия (Logistic Regression): Статистический метод для анализа данных, который используется для прогнозирования вероятности возникновения события

путем подгонки логистической кривой к набору данных.

7) GRU (Gated Recurrent Unit): Тип рекуррентной нейронной сети, который используется для анализа последовательных данных, сохраняя информацию о длительных зависимостях.

8) BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers): Модель глубокого обучения, основанная на трансформерах, способная эффективно понимать семантику текста и выделять его важные признаки.

9) BiLSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory): Рекуррентная нейронная сеть с двунаправленной связью, способная эффективно учитывать контекст при анализе последовательных данных.

Точность классификации для каждого метода оценивалась не только с помощью метрики Ассурасу, но и с использованием F1-меры для более полного учета обобщающей способности модели. F1-мера особенно важна при наличии несбалансированных классов данных, так как она учитывает как точность (Precision), так и полноту (Recall).

Формула для расчёта F1-меры:

$$F1 = 2 * \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$

где:

$$Precision = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Positives}$$

$$Recall = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Negatives}$$

Результаты и их обсуждение

Применение различных методов классического машинного обучения к задаче классификации текстовых данных дало различный результат на тестовой выборке.

Для каждого метода использовался пакет scikit-learn в Python.

Random Forest: Метод Random Forest был реализован с помощью класса RandomForestClassifier из scikit-learn. Применялся метод GridSearchCV для подбора оптимальных гиперпараметров на основе кросс-валидации.

K-Nearest Neighbors: для метода K-Nearest Neighbors использовался класс KNeighborsClassifier из scikit-learn. Производилась оценка точности модели на основе обучающих данных.

Logistic Regression: Логистическая регрессия была реализована с использованием класса LogisticRegression из scikit-learn. Применялся метод GridSearchCV для оптимизации гиперпараметров модели.

SVM: для метода опорных векторов использовался класс SVC из scikit-learn. Точность модели оценивалась с помощью кросс-валидации и метода GridSearchCV для настройки гиперпараметров.

Decision Tree: для построения дерева принятия решений применялся класс DecisionTreeClassifier из scikit-learn. Оценка точности модели также проводилась с использованием GridSearchCV.

Naive Bayesian: Наивный байесовский классификатор был реализован с помощью класса MultinomialNB из scikit-learn. GridSearchCV использовался для настройки гиперпараметров и оценки точности модели с параметрами:

```
parameters = {'vect__max_features':
              [10000, 15000, 20000],
              'vect__ngram_range': [(1, 1), (1, 2)],
              'vect__min_df': [1, 2],
              'vect__max_df': [0.9, 0.95],
              'clf__alpha': [0.1, 0.5, 1.0]}
```

В рамках данного исследования классифицировались посты в социальной сети ВКонтакте по следующим тематическим категориям: вовлекающие, о работе, общие темы, СВО, информирование и новости, продажа, веселье. Для оценки работы каждого метода машинного обучения использовалась F1-мера, которая лучше отражает баланс между точностью (Precision) и полнотой (Recall), особенно при наличии несбалансированных категорий данных.

F1-мера учитывает как процент правильно классифицированных примеров (точность), так и способность метода выявлять все положительные примеры (полнота), что делает её более показательным критерием эффективности классификации.

В результате использования классических методов машинного обучения для задачи классификации типов текстовых данных были получены следующие показатели F1-меры (таблица 1), которые позволяют лучше судить о том, как хорошо модели обобщают информацию.

Таблица 1

Статистические показатели классических методов машинного обучения

| Метод | F1-мера |
|---------------------|---------|
| Random Forest | 84,7 % |
| K-Nearest Neighbors | 57,4 % |
| Logistic Regression | 91,5 % |
| SVM | 90,0 % |
| Decision Tree | 84,0 % |
| Naive Bayesian | 83,0 % |

Логистическая регрессия показала лучший результат при использовании в качестве метода классификации с точностью 91,5 %.

Закончив тестирование моделей классического машинного обучение перешли к современным моделям глубокого обучения [5], начав с Gated Recurrent Unit (GRU), использование которой включает в себя следующие шаги.

Выбор параметры модели:

Активации (activations): это функции активации, которые применяются к выходным данным каждого нейрона в сети. В данном случае доступны следующие варианты: ReLU, линейная функция, гиперболический тангенс, софтмакс, ELU и SELU.

Размер пакета (batch_sizes): это количество образцов данных, обрабатываемых нейронной сетью за один проход. Заданные варианты размеров пакета: 16, 32, 64.

Размер скрытого слоя (hidden_layer_sizes): это количество нейронов в скрытом слое GRU. Заданные варианты размеров скрытого слоя: 32, 64, 128.

Эпохи (epochs_values): это количество полных проходов через весь набор обучающих данных. Заданные варианты количества эпох: 5, 10, 15.

Применение модели GRU включает в себя выбор оптимальных комбинаций этих параметров с целью достижения наилучшей производительности и точности модели.

Тестирование и результативность модели отражена на рисунке 1.

По итогу тестирования гиперпараметров выбраны оптимальные:

Activation=softmax, Batch Size=16, Hidden Layer Size=32, Epochs=10 (обучение остановилось уже на 6 эпохе т. к. метрики не изменялись более 3 итераций).

На рисунке 2 изображен процесс обучения модели для наиболее эффективных гиперпараметров.

Далее была изучена возможность классификации текстов с использованием нейронной сети на основе BiLSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory) с заданными параметрами, которые включают в себя следующие шаги.

Инициализация модели:

Модель инициализируется как последовательная модель с помощью Sequential() из библиотеки Keras.

Добавление слоёв:

Embedding: добавляется слой Embedding для преобразования входных слов в векторные представления. В данном случае задается размер словаря (input_dim), размерность выходных векторов (output_dim) и максимальная длина входных последовательностей (input_length).

Bidirectional LSTM: добавляется слой Bidirectional LSTM, который включает два набора LSTM-нейронов, обрабатывающих последовательность в прямом и обратном направлениях. Задаются размерность выходных нейронов (units) и коэффициент L2 регуляризации ядра (kernel_regularizer).

Dropout: добавляется слой Dropout для регуляризации модели и предотвращения переобучения. Задается вероятность отключения нейронов (0.5).

Dense: добавляется полно связный слой с функцией активации softmax для прогнозирования категорий. Количество выходных нейронов соответствует количеству категорий текста.

Компиляция модели: Модель компилируется с использованием функции потерь 'categorical_crossentropy' для многоклассовой классификации, оптимизатора Adam и метрики точности.

Точность предсказания категории типа контента – 78,8 %

Обучение модели: Модель обучается на обучающем наборе данных с использованием метода fit(), задавая количество эпох обучения и размер пакета данных.

В результате настройки и обучения модели BiLSTM с заданными параметрами, модель готова для классификации текста по заданным категориям.

На рисунке 3 показан процесс обучения модели BiLSTM с оптимальными параметрами сети.

Точность предсказания категории типа контента – 98 %, однако изучая детальнее статистику заметно что валидация F1-метрики практически перестала изменяться после 85 % при этом тренировочная метрика продолжала рост более чем на 13 пунктов, что может указывать на начавшееся переобучение.

Последней моделью для исследования был transformer BERT [6]. Процесс обучения и валидации данной модели включает следующие шаги:

Разделение на датасеты для обучения и валидации: Исходный датасет разделяется на обучающий и валидационный с использованием метода случайного разделения данных.

Выбор гиперпараметров: задаются гиперпараметры для обучения модели, такие как скорость обучения (learning rate), размер пакета (batch size) и количество эпох (epochs). В данном случае были выбраны следующие параметры:

- Скорость обучения (learning rate): 0.00005
- Размер пакета (batch size): 64
- Количество эпох (epochs): 12

Инициализация загрузчиков данных: создаются загрузчики данных DataLoader для обучающего и валидационного датасетов.

Подготовка модели: инициализируется модель BertForSequenceClassification и оптимизатор AdamW с заданной скоростью обучения. Также инициализируется планировщик

(scheduler) для изменения скорости обучения во время обучения.

Обучение модели: происходит обучение модели на обучающем датасете в течение заданного количества эпох. Для каждой эпохи проходятся все пакеты данных из обучающего датасета, рассчитывается функция ошибки (loss) и производится обновление весов модели с помощью оптимизатора и планировщика.

Валидация модели: после каждой эпохи производится валидация модели на валидационном датасете. Для этого используются данные из валидационного загрузчика DataLoader. Рассчитывается точность модели на валидационном датасете для оценки ее производительности.

Подготовка к предсказанию: после завершения обучения модели, она готова к использованию для предсказания на новых данных. Модель переносится на доступное устройство (GPU, если доступен).

Таким образом, процесс обучения и валидации модели на основе BERT включает в себя выбор гиперпараметров, инициализацию модели и оптимизатора, обучение модели на обучающем датасете и валидацию ее производительности на валидационном датасете.

На рисунке 4 представлен процесс обучения модели, которая обучалась на 2-х видеокартах T4 в течение 1,5 часов и получила итоговую точность определения категорий в 97%. Несмотря на то, что значение оказалось ниже, чем у предыдущих моделей машинного обучения именно BERT можно назвать победителем данных тестов т. к. на новых тестовых данных именно ей удалось показать самую высокую точность (две предыдущие модели показали размытие данных из-за переобучения).

| Results for all models: | | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|-------------------|--------|---------------|-----|
| | Activation | Batch Size | Hidden Layer Size | Epochs | Test Accuracy | |
| 0 | relu | 16 | 32 | 5 | 0.305556 | |
| 1 | relu | 16 | 32 | 10 | 0.305556 | |
| 2 | relu | 16 | 32 | 15 | 0.305556 | |
| 3 | relu | 16 | 64 | 5 | 0.305556 | |
| 4 | relu | 16 | 64 | 10 | 0.305556 | |
| .. | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 157 | selu | 64 | 64 | 10 | 0.344444 | |
| 158 | selu | 64 | 64 | 15 | 0.305556 | |
| 159 | selu | 64 | 128 | 5 | 0.333333 | |
| 160 | selu | 64 | 128 | 10 | 0.350000 | |
| 161 | selu | 64 | 128 | 15 | 0.305556 | |

Рис. 1. Результаты тестирования GRU

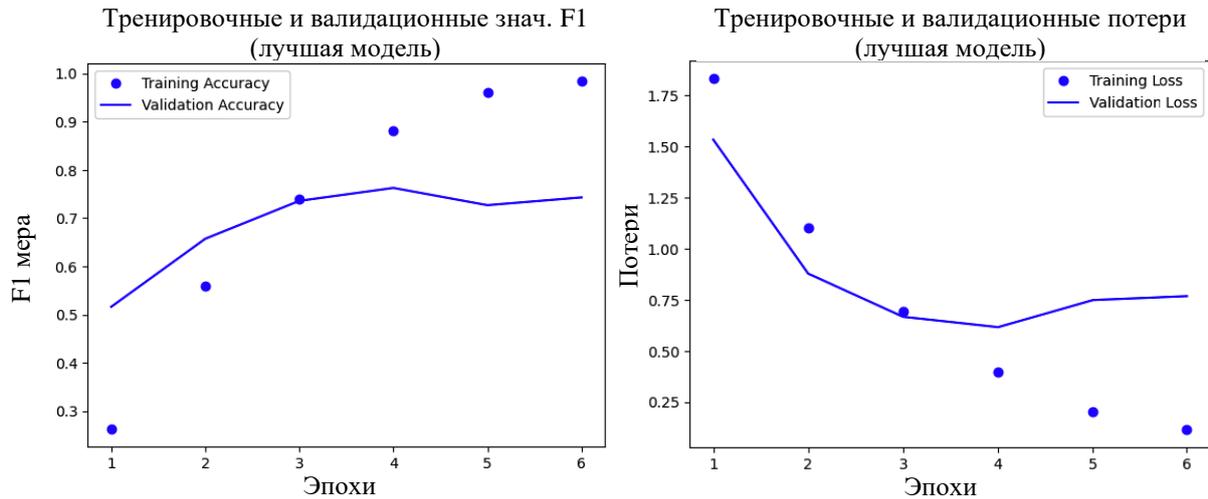


Рис. 2. Графики обучения модели на основе GRU для оптимальных гиперпараметров

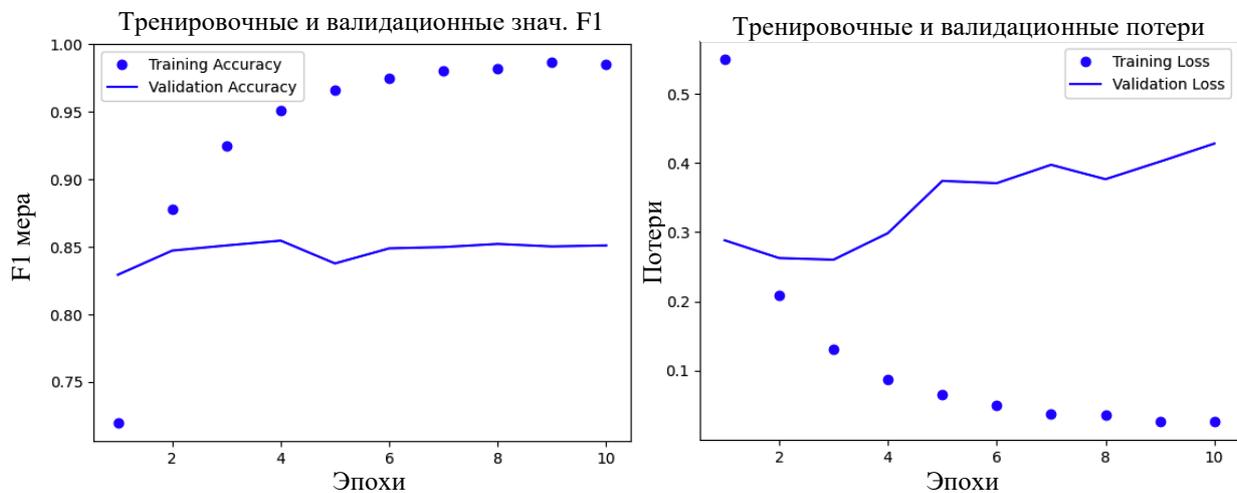


Рис. 3. Процесс обучения BiLSTM

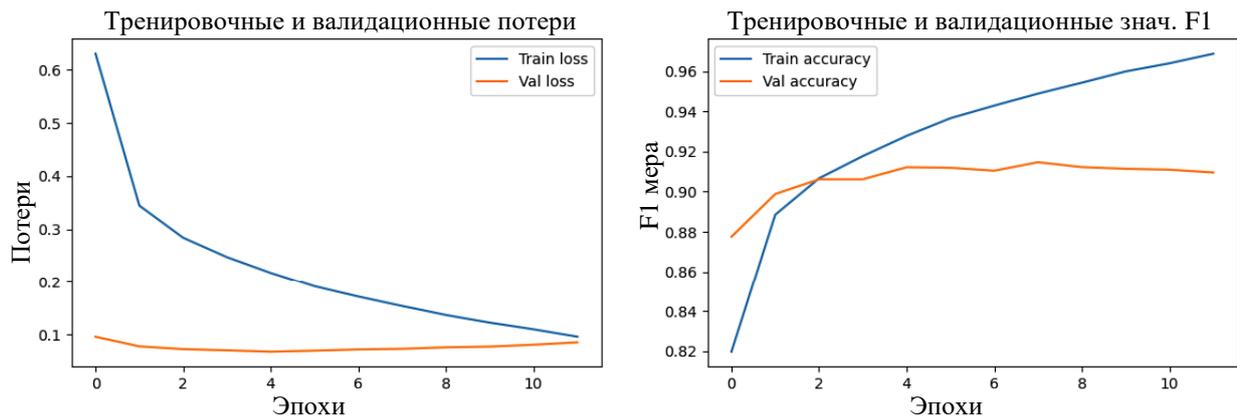


Рис. 4. Процесс обучения BERT модели

Заключение

В заключение эксперименты с различными моделями машинного и глубокого обучения показали, что логистическая регрессия продемонстрировала наивысшую точность среди классических методов классификации текстов с показателем F1-меры 91,5 %. Это

делает её наиболее эффективной среди классических алгоритмов. Однако современные нейросетевые модели, такие как GRU, BiLSTM и особенно BERT, продемонстрировали более высокую эффективность в обобщении данных и предсказании на новых тестовых данных.

Модель BERT показала наилучшие результаты с точностью 97 %. BiLSTM достигла точности 85 %, а GRU – 78,8 %, что подтверждает их способность эффективно справляться с задачей классификации сложных и неоднородных текстов, однако следует в будущем отдельно рассмотреть вопрос, связанный с их переобучением при работе с классификацией данных.

Развитие моделей, таких как BERT, подчёркивает важность Large Language Models в решении задач классификации текстов. Эти модели способны обрабатывать большие объёмы текста, выявлять сложные зависимости и достигать высокой точности в задачах классификации. Применение таких методов стимулирует дальнейший прогресс в области искусственного интеллекта и обеспечивает более эффективные решения для анализа контента в социальных сетях.

Литература

1. Канарская Л. Как работает эмоциональный контент в SMM (на примере популярных групп «ВКонтакте») // *ТехТерра*. 2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://texterra.ru/blog/kak-rabotaet-emotsionalnyy-kontent-v-smm-na-primere-populyarnykh-grupp-vkontakte.html> (дата обращения: 04.06.2023).
2. Deng L., Yu D. *Deep Learning: Methods and Applications*. Microsoft Research. 2014 [Electronic resource]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/people/dongyu> (accessed: 04.06.2023).
3. Bengio Y., Courville A., Vincent P. *Representation Learning: A Review and New Perspectives*. 2012 [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/abs/1206.5538> (accessed: 04.06.2023).
4. Deng L., Wu D. *A Gentle Introduction to Deep Learning*. 2018 [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/abs/1710.09829> (accessed: 04.06.2023).
5. Ng A. *Automatic Feature Learning from Big Data*. 2012 [Electronic resource]. URL: <https://ai.stanford.edu/~ang/papers/nipsdluf10-AutomaticFeatureLearningFromBigData.pdf> (accessed: 04.06.2023).
6. Goldberg Y. *End-to-End Learning in Natural Language Processing*. 2017 [Electronic resource]. URL: <https://www.aclweb.org/anthology/K17-1026> (accessed: 04.06.2023).
7. Huggingface. 2024 [Electronic resource]. URL: <https://huggingface.co/cointegrated/rubert-tiny> (accessed: 04.06.2024).

TEXT DATA ANNOTATION IN SOCIAL NETWORKS

B. O. Nepryakhin

This study demonstrated a significant superiority of modern text processing methods over classical approaches previously used. By analyzing and annotating data collected from a social network, the preparation of the initial dataset was carried out, based on which a neural network was trained. The training process included not only adjusting the network parameters but also optimizing it to achieve maximum accuracy in classifying texts by the types of published content. Subsequently, thorough testing of the trained model was conducted to assess its accuracy and reliability in real-world conditions. Text annotation based on the BERT training method demonstrated high efficiency, achieving a prediction accuracy of 98.5% compared to traditional machine learning methods. These results confirm the high effectiveness and precision of the proposed approach, allowing for the classification of texts published on social media across various content topics. This is crucial for analyzing and understanding information flows in today's internet environment.

Key words: natural language processing, dataset, social media post, VKontakte, Python, sentiment analysis, transformers, BERT, GRU, BiLSTM.

Статья поступила в редакцию 16.04.2024 г.

© Nepryakhin B. O., 2024.

Nepryakhin Bogdan Olegovich (bogdann63@gmail.com),

2nd year master's student of the Institute of Informatics and Cybernetics of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

УДК 81.11

ВЕРБАЛЬНАЯ МАНИФЕСТАЦИЯ ЦЕННОСТНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ-ФИЛОЛОГОВ КАК МОЛОДЕЖНОЙ СУБКУЛЬТУРЫ (НА МАТЕРИАЛЕ РОМАНА ДОННЫ ТАРТТ «ТАЙНАЯ ИСТОРИЯ»)

М. Н. Варгальская

Статья посвящена выявлению ценностной системы студентов-филологов как особой молодёжной субкультуры, представленной в романе современного американского писателя Донны Тартт «Тайная история». Для установления ценностного аппарата героев были проанализированы лексические и грамматические аспекты их речевых высказываний, как диалогических, так и монологических. По результатам лингвоаксиологической интерпретации было выделено 6 групп ценностей, наличие каждой из которых было проиллюстрировано примерами из художественного текста. Ценности были также систематизированы по принципу их принадлежности к ядерной или периферийной зоне лингвоаксиосферы. Был доказан ценностный статус замкнутости исследованной субкультуры, наличия ролевой модели, интеллекта, внешнего вида, эстетики и досуга.

Ключевые слова: лингвоаксиология; оценка; лингвоаксиосфера; классификация; речевые высказывания.

Современной науке присущ интерес к антропоцентризму. Ему уделяется большое внимание в разных сферах, в том числе и в лингвистике. Эффективным для изучения природы человека и его поведения становится исследование системы ценностей. Исследователи изучают язык и речь с разных точек зрения, поэтому с каждой новой проведенной работой открываются новые аспекты изучения лингвистики. Относительно недавно было введено понятие лингвоаксиологии как отдельной науки. Однако на сегодняшний день она только начинает набирать популярность и изучаться, поэтому многие её стороны остаются нерассмотренными. На данный момент лингвоаксиология определяется как сфера лингвистики, занимающаяся ценностями, оценками и тем, как они выражаются в языке [1, с. 86]. Благодаря интересу к антропоцентризму лингвоаксиология постепенно становится дискурсивной, основанной на изучении коммуникативной деятельности.

Ценности – один из основных предметов

исследования лингвоаксиологии. Это явление, которое неразрывно связано с человеческой деятельностью в целом и индивидуальными интересами. Сократ определял ценность, как нечто, что всегда имеет положительную оценку, так как обозначается как априорное, то, что помогает человеку установить жизненные цели. В отличие от ценности, оценка может обладать как положительной, так и отрицательной направленностью, потому что она напрямую зависит от субъекта и от его личной системы ценностей, жизненных установок и ориентиров [2, с. 66]. Коммуникация будет иметь благоприятный или, наоборот, конфликтный исход в зависимости от ценностных систем вступающих в диалог личностей.

Развитие определённой ценностной системы успешно прослеживается на материале субкультур. А. Е. Окладникова определяет субкультуру как «своеобразный поведенческий процесс: приспособление к господствующей (доминирующей) культуре и отклонение от неё» [3, с. 28]. Формирование некой

субкультуры обычно обуславливается общими интересами, идеями, увлечениями, сферой деятельности, профессией и т.д. Консолидирующей силой, объединяющей представителей субкультуры в целостность, можно считать систему ценностей, которая в обязательном порядке находит свою вербальную манифестацию в процессе коммуникативного взаимодействия.

Цель исследования, результаты которого кратко представлены в настоящей статье, заключалась в идентификации и систематизации лингвоаксиологических доминант студентов-филологов как представителей особой молодёжной субкультуры.

Материал и метод исследования

Лингвоаксиологическое исследование осуществлялось на материале романа Донны Тартт «Тайная история». Выбор романа обусловлен его содержательным наполнением: действие происходит в одном из американских университетов, а главными героями являются представители студенческой субкультуры филологов. В процессе эмпирического анализа из текста романа были отобраны аксиогенные фрагменты речевой коммуникации, а также внутренних монологов.

Исследование эмпирического материала проводилось при помощи метода лингвоаксиологической интерпретации, разработанного в рамках дискурсивно-аксиологического подхода [4, с. 114]. Данный метод предполагает комбинированное изучение языковых средств выражения оценочного отношения, что даёт возможность выявить ценности, являющиеся основой вербализованной оценки. При анализе учитывалось не только лексико-семантическое наполнение релевантного фрагмента художественного текста, но и экстралингвистические данные о социальных и психологических характеристиках персонажей-представителей молодёжной субкультуры.

Результаты и обсуждение

В романе Донны Тартт в центре повествования находится небольшая группа студентов классической филологии, которая выступает как замкнутая субкультура. Как и любая другая субкультура, их сообщество обладает фиксированной системой ценностей, которую разделяют все участники.

По результатам исследования было обнаружено, что все ценности героев можно разделить на 6 групп.

I. Закрытое сообщество, в которое допускаются только посвящённые.

II. Авторитет, ролевая модель.

III. Интеллект:

1) Саморазвитие и получение знаний; процесс получения знаний;

2) Античная культура;

3) Литература;

IV. Эстетика.

V. Внешний вид; презентабельность и качество одежды.

VI. Досуг и развлечения после учебы.

Первые три элемента лингвоаксиологической системы являются ядерными, поскольку актуализируются в диалогах и монологах с повышенной частотностью; оставшиеся ценности являются периферийными, то есть второстепенными. В большинстве случаев презентацию ценностей тексте романа осуществляет герой, от лица которого ведется повествование – Ричард.

Первый элемент системы маркирует ключевую ценность для героев как для носителей узконаправленной субкультуры. Именно важность осознания своей группы как закрытого сообщества позволяет им формировать собственную идеологию. Университетский профессор Лафорг характеризует группу студентов следующим образом: «I don't know if it could do any good. **He (Greek teacher) accepts only a limited number of students. A very limited number.** Besides, in my opinion, he conducts the selection on a personal rather than academic basis» [5, p. 13–14]. В тексте романа слово «very» выделено курсивом, так как оно подчёркивает сложность, практически нереальность вступления в группу. Выражение «a limited number of students» дублируется в тексте, что усиливает важность обособленности и автономности для сообщества студентов.

Замкнутость субкультуры также ярко проявляется в стремлении героев создать особый, обособленный от всего «внешнего», мир. Этим миром для них становится загородное поместье, в котором они чаще всего проводят досуг. О значении этого дома как «тайного укрытия для избранных» для героев говорит эмоционально-окрашенная лексика в

его описании, например, «fondest treasure» и «trump card»: «The house was their **trump card**, their **fondest treasure**, and that weekend they revealed it to me slyly, be degrees – the dizzy little turret rooms, the high-beamed attic, the old sleigh in the cellar, big enough to be pulled by four horses, astring with bells» [5, с. 85]. Конфликт субкультуры студентов-филологов с внешним миром подчеркивается следующими словами Лафорга: «**He and his students have virtually no contact with the rest of the division**» [5, p. 14].

Не менее важной ценностью является потребность в ролевой модели. Студентам нужен авторитет, который объединит все важные для них взгляды в своем образе. И таким человеком для них является профессор античности – Джулиан Морроу. Джулиан становится для всех героев не только преподавателем, но также и близким человеком. Кроме того, он набирает студентов с таким же мировоззрением, как и у него, что в описании Лафорга передается сочетанием модального глагола, который выражает обязанность (must hold) с выражениями the right things и similar views: «**I am told that to study with him one must have read the right things, hold similar views**» [5, p. 14].

Когда Ричард размышляет о Джулиане, он использует лексемы «hopes», «certain», которые подчеркивают значимость его фигуры для героя: «I suppose I'd gone to see Julian in order to revive my flagging assurance, **in hopes he would make me feel as certain as I had that first day**. And I am fairly sure he would have done just that if only I had made it in to see him» [5, p. 75]. Слово «certain» у Ричарда очевидно ассоциируется с профессором, что делает из него идеальную, постоянную и устойчивую ролевую модель. Студенты любят приглашать Джулиана в гости в уединённый особняк, в котором они проводят много времени. Каждое посещение профессора становится для героев чудом, почти божественным везением, что подчеркивает эпитет «tremendous occasion»: «It was always **a tremendous occasion** if Julian accepted an invitation to dinner in the country» [5, p. 95].

Ценность интеллекта обладает особой значимостью, так как она напрямую связана с интересами и образованием героев. Почти у каждого героя есть стремление к получению

знаний, так как их закрытое сообщество строится в основном на процессе обучения – учёба их сближает, это их общая тема. Исключением можно выделить Банни, который с самого начала как будто не до конца «вписывался» в группу студентов – это подтверждается его нелюбовью к учебе. Все задания он делал с трудом и без особого интереса, в отличие от остальных: «For three weeks he had been in a panic over a paper he had to write for his fourth course, something called Masterworks of English Literature. The assignment was twenty-five pages on John Donne. We'd all wondered how he was going to do it, because he was not much of a writer; though his dyslexia was the convenient culprit the real problem was not that but his **attention span**, which was **as short as a child's**. He seldom read the required texts or supplemental books for any course. Instead, his knowledge of any given subject tended to be **a hodgepodge of confused facts**, often strikingly irrelevant or out of context, that he happened to remember from classroom discussions or believed himself to have read somewhere» [5, p. 113].

Банни не просто не заинтересован, но и имеет проблемы с концентрацией, которая сравнивается с концентрацией ребенка («as short as a child's»). Более того, все его образование строилось на недостоверных фактах, которые он узнавал по случайности из неточных источников. В рассуждении Ричарда чувствуется насмешка над знаниями Банни, он использует разговорное и эмоциональное слово «hodgepodge». На контрасте с Банни хорошо прослеживается противоположное отношение остальных героев к учебе и получению знаний. Один из самых ярких эпизодов, где проявляется эта ценность – первая коммуникация студентов Джулиана с Ричардом. Он застаёт их делающими задания по древнегреческому языку. Герои кажутся действительно увлечёнными и ведут искренний спор на тему того, в какой падеж нужно поставить словосочетание:

«'You're crazy.'

No, they are. Look at the next sentence. We need a dative.'

'Are you sure?'

More rustling of papers.

'Absolutely. Epi to karchidona.'

'I don't see how,' said Bunny. He sounded

like Thurston Ho well on 'Gilligan's Island.'

'Ablative's the ticket. The hard on are always ablative.'

A slight pause. 'Bunny,' said Charles, '**you're mixed up**. The ablative is in Latin.'

'Well, of course, I know that,' said Bunny irritably, after confused pause which seemed to indicate the contrary, 'but ye know what I mean. Aorist, ablative, all the same thing, really...' [5, p. 21].

Подлинную заинтересованность героев в вопросе подчёркивают используемые ими яркие, эмоционально-окрашенные выражения, например, «you're crazy» и «you're mixed up».

Любовь к изучению древнегреческого – также один из объединяющих элементов субкультуры студентов как специалистов в области филологии. Студенты часто оперируют фразами на древнегреческом, что доказывает сразу две ценности: древний язык и закрытое сообщество (так как «непосвящённые» не знают языка, а потому не могут понять, о чём говорят герои; отчасти это их шифр). Например, когда Ричард впервые оказывается в поместье тётушки Фрэнсиса, он прогуливается с другими героями и видит беседку, выполненную в античном стиле. Тогда в его сознании сразу появляется название этого строения на древнегреческом: «On the way they pointed out the tennis court and the old summerhouse, a mock **tholos**, Doric by way of Pompeii, and Stanford White, and (said Francis, who was scornful of this Victorian effort at classicism) D. W. Griffith and Cecil B. De Mille» [5, p. 85–86].

Что касается значимости античной культуры, она проявляется в стремлении героев жить в соответствующем ритме: «I was surprised by how easily they managed to incorporate me into **their cyclical, Byzantine existence**. They were all so used to one another that I think they found me refreshing, and they were intrigued by even the most mundane of my habits: by my fondness for mystery novels and my chronic movie-going; by the fact that I used disposable razors from the supermarket and cut my own hair instead of going to the barber; even by the fact that I read papers and watched news on television from time to time (a habit which seemed to them an outrageous eccentricity, peculiar to me alone; **none of them were the least bit interested in anything that went on in the**

world, and their ignorance of current events and even recent history was rather astounding» [5, p. 90]. Ричард сравнивает их порядок с византийским, а далее подчёркивает то, как сильно увлечённость античной культурой отрывает их от культуры современности, используя превосходную степень (the least bit interested).

Помимо античных языков, книги выступают второй составляющей их филологического образования, а также интереса. Когда Ричард знакомится с Генри, тот спрашивает его по поводу прочитанных произведений. Показательным становится вопрос, что он читал у Платона, а точнее – «все ли он читал у Платона»:

«'And Plato?'

'Yes.'

'**All of Plato?**'

'Some of Plato.'» [5, p. 36].

Начитанность становится важным пунктом в списке черт, которыми должен обладать кто-либо, собравшийся вступить в закрытое сообщество студентов-филологов. Кроме содержания книг и полученных знаний для героев также не менее ценны и сами книги, как хранение информации, памятники прошлого, значимые издания. В поместье тётушки Фрэнсиса у Ричарда «захватывает дыхание», когда он видит библиотеку: «Walking into the library, **I took in my breath sharply** and stopped: ...» [5, p. 82]. А Камилла, замечая восхищение Ричарда, говорит: «'You should have a look at these books,' she said to me. 'There's a first edition of *Ivanhoe* here.'» [5, p. 82–83].

С любовью к античности также тесно связана значимость эстетики. Герои умеют ценить не только красоту вещей, созданных человеком, но и красоту природы. Эта ценность активно проявляется в манере повествования Ричарда. Он не просто перечисляет факты и события, но и замечает детали, следит за природой. Например, описывая одну из прогулок с друзьями, Ричард использует метафору (burning gold through the trees) и эпитеты (long and distorted), что говорит о его особом внимании к природе и даже о её поэтизации: «The sun was low, **burning gold through the trees**, casting our shadows before us on the ground, **long and distorted**» [5, с. 66]. Во время этой же прогулки герои замечают в дереве воронов: «Suddenly Camilla stopped and put a finger to her lips. In a dead tree, split in two

by lightning, were perched three huge, black birds, too big for crows. I **had never seen** anything like them before» [5, с. 67]. И снова очарованность Ричарда природой прослеживается даже в самой форме его высказывания: он использует время Past Perfect, подчёркивая, что никогда в жизни он не видел ничего подобного до того момента.

Ценность опрятности внешнего вида проявляется чаще в самом начале романа, когда Ричард только присматривается к группе студентов. Так как он сразу же понимает, что требования для вступления в закрытое сообщество филологов очень высоки, он замечает каждую деталь в их поведении и старается соответствовать. Эта ценность является не ядерной, а периферийной, но всё равно заметна в поведении и речи героев. Например, когда Ричард начинает общаться с Банни, он получает от героя письмо с приглашением пообедать. Банни специально просит Ричарда надеть галстук, так как хочет выглядеть презентабельно: «p.s. **wear a Tie**. I am Sure you would have anyway but they will drag some godawful one out of the back and meke (s. p.) you Wear it if you Dont» [5, с. 45]. Собираясь на встречу с Банни, Ричард говорит со своей знакомой по общежитию, которая предлагает ему взять её пиджак. Примеряя его, Ричард сразу оценивает его качество: «The jacket, unexpectedly, was wonderful – **old Brooks Brothers, unlined silk, ivory with stripes of peacock green** – a little loose, but it fit all right» [5, с. 51]. И даже Банни на встрече оценивает внешний вид Ричарда и делает ему комплимент: «'By the way, **love that jacket**, old man,' Bunny said to me as we were getting out of the taxi. '**Silk, isn't it?**'».

Кроме учебы и общих интересов сообщество студентов-филологов объединяет совместный досуг. Если до этого многие ценности были присущи «филологической стороне» субкультуры, то эта характерна для студенческой жизни группы. После учебы герои развлекаются: выезжают в загородный дом, ходят вместе в кафе или на шумные вечеринки и выпивают. Почти каждая встреча героев сопровождается алкоголем: «Henry shook a few aspirins into his hand, along with a couple of mystery pills from his pocket, and **washed them down with the glass of whiskey** Charles gave him» [5, с. 72]. Частое употребление алкоголя подчёркивает фрагмент, когда

Ричард не мог найти у Фрэнсиса дома ничего кроме скотча: «A search revealed that Francis had neither coffee nor tea ('He needs to go to the grocery store,' said Henry, looking over my shoulder into yet another barren cabinet), only **a few bottles of Scotch and some Vichy water**» [4, с. 170]. В целом, роман Донны Тартт наглядно представляет закрытую субкультуру, а также особенности ее ценностной системы и ее языковой репрезентации.

Заключение

Таким образом, в процессе лингвоаксиологического исследования был рассмотрен роман Донны Тартт «Тайная история» в рамках субкультуры студентов классической филологии. Они образуют собой замкнутую группу, которая обладает фиксированной ценностной системой. В результате анализа была выведена классификация ценностей, состоящая из 6 пунктов. Первые три из них являются для героев ядерными, остальные же – периферийными. Рассмотрев различные виды речевой деятельности (диалоги и монологи), мы установили, что ценностная система студентов-филологов романа активно выражается в межличностной коммуникации, а также во внутренних монологах. Каждая ценность прослеживается в языковом подборе средств ценностно-оценочного выражения и грамматических конструкций. Более того, ценности выступают связующим звеном субкультуры. Благодаря тому, что герои имеют похожее мировоззрение и установки, они сближаются друг с другом и отдаляются от всего внешнего мира.

Литература

1. Кузина О. А., Ситько Ю. Л. Аксиологические аспекты современных филологических исследований: Тезисы докладов. Екатеринбург: Ажур, 2019. С. 86–88.
2. Старостина Ю. С. К вопросу о категориальном аппарате лингвоаксиологического исследования дискурса // Русский лингвистический бюллетень. 2021. № 2 (26). С. 64–70.
3. Окладникова Е. А. Социология культуры. СПб.: СПбГИЭУ, 2008. 312 с.
4. Старостина Ю. С. Англоязычный драматургический дискурс в лингвоаксиологическом освещении. М.: Инфра-М, 2023. 240 с.
5. Tartt D. The Secret History. L., 2004. 595 p.

VERBAL MANIFESTATION OF THE VALUE SYSTEM OF PHILOLOGY STUDENTS AS A YOUTH SUBCULTURE (BASED ON THE NOVEL «THE SECRET HISTORY» BY DONNA TARTT)

M. N. Vargalskaya

The article is devoted to the identification of the value system of philology students as a special youth subculture, presented in the novel "The Secret History" by the modern American writer Donna Tartt. The lexical and grammatical aspects of characters' speech utterances, both dialogical and monological, were analyzed to establish their value apparatus. According to the results of the linguoaxiological interpretation, 6 groups of values were identified, the presence of each was illustrated by examples from the literary text. Values were also systematized according to the principle of their belonging to the nuclear or peripheral zone of the linguoaxiosphere. The value status of the isolation of the studied subculture, the presence of a role model, intelligence, appearance, aesthetics and leisure were proved.

Key words: linguoaxiology; evaluation; linguoaxiosphere; classification; speech utterances.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 821.161.1

СЮЖЕТ ВЗРОСЛЕНИЯ В ПОВЕСТИ ИСЛАМА ХАНИПАЕВА «ТИПА Я. ДНЕВНИК СУПЕРКРУТОГО ВОИНА»

Р. И. Гатауллин, Е. Н. Сергеева

Данная статья посвящена анализу художественных приёмов, с помощью которых выстраивается сюжет взросления в повести Ислама Ханипаева «Типа я. Дневник суперкрутого воина». При анализе произведения использовались структурно-описательный и нарративный методы. С их помощью были выявлены особенности функционирования жанровых признаков романа воспитания и коммуникативная природа художественного текста. Была доказана важность читательской интерпретации для восприятия сюжета конкретного произведения. В результате исследования обнаружена яркая особенность нарративной организации произведения – наличие фигуры ненадёжного нарратора, обозначены аспекты «ненадёжности», связанные с психологическими особенностями главного героя-рассказчика. Авторами определена закономерность влияния культурно-исторического контекста на художественную реальность текста. Кроме того, было выявлено «двоемирие» как черта сознания главного героя. Двоемирие создает проблемную ситуацию для восприятия текста читателем и во многом обуславливает развитие сюжета взросления.

Ключевые слова: ненадёжный нарратор; образ ребёнка; двоемирие; читательская интерпретация.

Повесть «Типа я. Дневник суперкрутого воина» молодого дагестанского писателя и сценариста Ислама Ханипаева была опубликована в 2020 году. В основе сюжета повести лежат события нескольких дней из жизни восьмилетнего мальчика Артура, живущего в Махачкале. В данном случае местом действия во многом определяется развитие сюжета. События разворачиваются в Дагестане, регионе, в котором преобладают стереотипы маскулинности, и само представление об идеальном образе мужчины строится во многом на основе физической силы. Автор – дагестанец, для него важно показать эти обстоятельства и их влияние на мировоззрение героя.

Текст повести представляет собой «дневник» мальчика (для того, чтобы поддержать иллюзию того, что перед нами детский дневник, автор помещает в текст «рисунки Артура», стилизованные под детскую манеру рисования). По сюжету главный герой (он же рассказчик повести), второклассник Артур тренируется под руководством своего друга,

мальчик называет его «Крутым Али». Артур находится в состоянии постоянной вражды с одноклассниками. Мальчик решает, что ему нужно вырасти «крутым воином», чтобы отомстить обидчикам. Но главной целью, о которой Артур думает постоянно, является сражение с неким Бахой, жестоким и сильным бойцом. С первых страниц повести читатель оказывается вовлечён в события жизни Артура, не зная ни предыстории событий, ни обстоятельств жизни героя. Повесть начинается с диалога Артура и Крутого Али. Здесь звучит ключевая фраза, которая обозначает психологическую характеристику главного героя и структуру развития сюжета в целом: «Тебе нужны какие-нибудь вещи <...> такие, чтобы ты сразу разозлился» – говорит мальчику Али [1, с. 7]. С самого начала в тексте нам представлен образ доброго мальчика, которому приходится вести себя не так, как ему присуще, а так, как этого требуют каноны мужественности. В дальнейшем эта мысль будет неоднократно повторяться в разных ситуациях, до тех пор, пока

© Гатауллин Р. И., Сергеева Е. Н., 2024.

Гатауллин Рамиль Иншатович (gataullin.r.stud@mail.ru),

студент III курса факультета филологии и журналистики;

Сергеева Елена Николаевна (sergeeva.en@ssau.ru), доцент кафедры русской и зарубежной литературы

и связей с общественностью Самарского университета,

443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Артур не «повзрослеет». Под «взрослением» мы понимаем не физиологический процесс, а формирование личности героя, изменение его взглядов и внутреннего мира. Ещё одно важное для понимания героя обстоятельство мы узнаём случайным образом – герой вскользь упоминает, что его маму убили. До этого момента повествование строилось таким образом, что фигуры матери и брата казались родными, на них не был поставлен акцент. После того, как читатель узнаёт о смерти матери, восприятие событий начинает меняться: мы узнаём, что мальчик на самом деле живёт в приёмной семье.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что восприятие сюжета повести осложняется особенностями повествования. Строя повествование в перволичной форме, автор воспроизводит детское сознание. Поскольку сознание рассказчика детское, ему присуще нелогичное изложение события. Например, Артур несколько раз говорит о том, что его маму убили. Но далеко не сразу читатель узнаёт настоящие обстоятельства: на самом деле смерть наступила в результате несчастного случая – автомобильной аварии: «Её убили. Сбила машина с пьяными дураками» [1, с. 109]. В сознании мальчика картина выглядела так, словно событие произошло умышленно, поэтому он с уверенностью говорил ранее про убийство, упуская при этом важную деталь. Перед нами – явление, которое можно описать с помощью понятия «ненадёжного нарратора». Мы поддерживаем точку зрения Дж. Каллера, который предложил считать повествователя ненадёжным нарратором, если у читателя достаточно информации, чтобы усомниться в достоверности материала, или есть основания полагать, что точки зрения рассказчика и автора не совпадают. Используя данный тип нарратора, автор намеренно разрушает целостность текста, читатель должен восстановить картину мира с помощью своей интерпретации содержания [2, с. 100]. Таким образом, сюжет взросления неявно дан читателю, чтобы его определить, нужно обнаружить противоречия. Мы можем говорить, что основная проблема заключается в психологической травме мальчика, полученной вследствие смерти его матери. Путь взросления – это путь преодоления травмы.

Есть и ещё один аспект того, что мы квалифицируем как «ненадёжность» narra-

тора: с развитием сюжета читатель догадывается, что Артур – фантазёр. И Крутой Али – на самом деле придуманный друг. Так мышление мальчика справляется с травмой. Так как все события и персонажи – следовательно, и Крутой Али, – даны через восприятие Артура, то читатель не сразу понимает, кто такой Али, но по ходу развития сюжета начинает замечать некоторые «странности» в его поведении. Обычно Али лежал на кровати или сидел на полу. Но в одном из эпизодов Артур подходит к окну и смотрит вниз: «Второй этаж. Не так уж высоко, но и не так уж низко. Крутой Али стоял у окна, только с улицы. Мы как раз стали одного роста» [1, с. 19]. Здесь мы начинаем понимать, что Крутой Али – это друг воображаемый. Эта мысль подтверждается следующей фразой: «Он качался, поднимая машины» [1, с. 51]. Всё это время читателя «обманывали», не давая ясного портрета воображаемого друга. Кроме того, в семье говорили с Артуром так, будто этот друг действительно существует. Перед нами создавалась иллюзия действительности, поскольку мы наблюдали событие глазами.

Образ Крутого Али сыграл большую роль в процессе становления главного героя. Между Артуром и Крутым Али наблюдается скрытый конфликт: «Я люблю делать добрые дела, но Крутой Али не любит их. Он считает, что я делаю слишком много хороших вещей и слишком мало плохих и крутых» [1, с. 54]. По большому счёту, воображаемый друг – это грёзы Артура, та единственно возможная модель поведения, к которой герой стремится, предполагая, что таким образом сможет стать «крутым» и уважаемым человеком. Ежедневно Артур записывает правила, формулируемые его «учителем», и старается принимать решения, опираясь на них. Однако далеко не всегда его поступки соответствуют этим правилам. Напротив, герой часто действует вопреки, например, когда заводит нового школьного друга, вызвавшего неодобрение Крутого Али (тот называет нового друга ботаником). Артур возражает: «Кого нашёл, того нашёл. Не называй Расула ботаником, он мой друг, и вообще он умнее меня на чуть-чуть» [1, с. 94]. В некоторых эпизодах вовсе нарушается привычный ход вещей, и воображаемый друг разрешает главному герою то, что не должен разрешать:

«– Крутой Али?»

- Чё?
- Можно мне поплакать?
- Да» [1, с. 112-113].

Интересная деталь: Крутой Али говорит, что покинет мальчика только в том случае, если он сам его попросит. Но, ближе к финалу, «учитель» уходит сам, считая, что его работа окончена. Таким образом, воображаемый друг – это не статичный образ. Его можно представить как гибкую структуру, которая изменяется под влиянием сознания главного героя.

Артур представляет собой сложный психологический образ. На протяжении всего сюжета он называет членов приёмной семьи «типа мама» и «типа брат»: «Они “типа”, потому что они по-настоящему мне не мама и не брат. Мою маму убили...» [1, с. 21]. Такое обозначение является проявлением внутреннего конфликта героя. С одной стороны, он не может справиться с трагедией и принять новую семью, с другой, мечтает о счастливой жизни в кругу родных людей. Ведь в приёмной семье его никто не заставлял называть себя «мамой» или «братом» – это личный выбор Артура. На первый взгляд может показаться, что Артур мстит приёмной маме за то, что она не его мама. Но мы слышим внутренние реплики мальчика, которые он не решается произнести вслух. Кроме того, мальчик старается показаться независимым в глазах других людей, но в то же время просит помощи: «Я его один ишу. Это мой папа, и это очень важное дело, которое я должен сделать один. Но мне нужна помощь. Поможешь?» – говорит он своему однокласснику [1, с. 86]. Когда герой совершает добрые дела или ведёт себя так, как это задано моральными стандартами, видны его попытки оправдать себя: «Кстати, я иду в школу не потому, что должен ходить в школу. Я сам решаю, что мне делать» [1, с. 28]. Но читатель знает правду, поскольку чуть раньше Артур случайно признаётся, что ему нравятся природоведение и ИЗО. Главный герой постоянно говорит о своих победах в различных драках, или о том, как он в будущем будет мстить. Хотя мы видим, что, на самом деле, если драки и случаются, то бьют обычно его.

Из вышесказанного следует, что мальчик как бы надевает на себя воображаемую маску воина. Но эта маска лишь для окружа-

ющих. В силу особенностей повествования, читателя эта маска обмануть не может: перед нами образ хорошего ребёнка, который живёт в ситуации трагедии и пытается справиться с обстоятельствами. В эпизоде прощания с «типа мамой» читателю открываются настоящие мотивы Артура: «Если бы она была моей настоящей мамой, я бы крикнул: “Мам!” Она бы повернулась, и я бы сказал: “Я тебя люблю!” – и она бы бросила свою сумку, и побежала ко мне, и обняла меня, и мы ушли бы вместе из этой дурацкой школы, гуляли бы в парке, кушали бы мороженое. Но она не моя мама, поэтому я ничего не крикнул» [1, с. 83]. Сколько бы главный герой ни говорил о месте, его самое главное, но до поры не осознаваемое им желание – обрести настоящую семью. Герой говорит, что не празднует дни рождения и не ест торты. Но с развитием сюжета мы узнаём, что именно тогда, когда его маму сбила машина, они вместе шли за тортом в честь его дня рождения. Оказывается, что Артур просто не хочет этого вспоминать. В его сознании эти события оставили отпечаток, из-за которого он вынужден отказываться от любимых вещей, или, во всяком случае, делает вид. Функция маски «крутого» заключается в защитной реакции на личную трагедию.

В сюжете можно заметить авантурные элементы: Артур ищет мужа «типа» мамы, обретает друзей, встречает родного дядю, а ближе к концу находит отца. Все люди, с которыми сближается главный герой, так или иначе наставляют его на правильный путь. Например, дяде принадлежит реплика: «Ты взял все свои воспоминания о папе, закрыл в один ящик где-то внутри своей головы и просто спрятал его. Ты стёр из памяти папу, как будто его никогда не было с вами, но папа был» [1, с. 220]. Встреча Артура с отцом закончилась на грустной ноте: «– Значит, у тебя новая семья? // – Ага. // – Хорошая? // – Ага. // – Вот и уходи в свою семью. А меня забудь» [1, с. 240]. Из их диалога мы узнаём, что отец Артура – спившийся человек, не имеющий ни работы, ни дома, который живёт на стройке. Однако Артур принял отца таким, какой он есть, начинает заботиться о нём. Потому что главная цель Артура, которая поможет справиться с трагедией, – это обрести настоящую семью. Достигнув этой цели, мальчик начи-

нает по-настоящему рефлексировать: «Тогда я и понял, что я и есть мои родители, а мои дети будут мною – и так бесконечно» [1, с. 252]. Артур начинает просить прощения у «типа мамы» и всех, кого ранее мог обидеть. В этот момент его покидает Крутой Али. Сам герой не осознаёт, что поменялся, но он поменялся.

Таким образом, сюжет взросления связан с колебанием героя между двумя мирами – это «мир крутых», который представляют воображаемый друг и одноклассники, и «мир мечты», в котором находятся мама, папа и брат. Вследствие этого, сюжет взросления представляет собой столкновение миров. Герой «взрослеет» тогда, когда «мир мечты» воплощается в реальность. Он снимает маску, долгое время скрывающую его настоящее «Я», и, наконец, находит контакт со своей приёмной матерью.

Заключение

Подводя итоги, сделаем ряд значимых для настоящего исследования замечаний. Во-первых, важным художественным приёмом для выстраивания сюжета в повести Ислама Ханипаева «Типа я. Дневник суперкрутого воина» является использование фигуры ненадёжного нарратора. С одной стороны, он позволяет достоверно воссоздать детское сознание, с другой, нарушает привычное восприя-

тие текста. С его помощью автор долгое время поддерживает интригу, затем вызывает эмоциональный отклик у читателя. Становление героя происходит незаметно для него самого, даже результат этого становления приходится оценивать читателю. Во-вторых, относительно повести «Типа я. Дневник суперкрутого воина» есть основания говорить о трансформации традиционной жанровой формы – романа воспитания. Весь сюжет выстраивается вокруг образа главного героя, который уходит из дома и постепенно изменяется, итог его становления также знаменует возвращение домой, где он в новом виде предстаёт перед семьёй. Большое внимание уделяется душевному состоянию героя, однако, его транслирует не отдельное художественное сознание, а сам герой, от лица которого ведётся повествование. Поэтому большую ценность для интерпретации сюжета взросления представляют диалоги и монологи.

Литература

1. Ханипаев И. Типа я. Дневник суперкрутого воина. М.: Альпина нон-фикшн, 2022. 256 с.
2. Каллер Дж. Теория литературы: Краткое введение / пер. с англ. А. Георгиева. М.: Астрель, 2006. 158 с.

THE PLOT OF EDUCATION IN ISLAM KHANIPAEV'S STORY «LIKE ME. THE DIARY OF A SUPER COOL WARRIOR»

R. I. Gataullin, E. N. Sergeeva

This article is devoted to the analysis of artistic techniques by which the plot of growing up in the story of Islam Khanipayev "Like me. The Diary of a super cool warrior." Structural-descriptive and narrative methods were used in the analysis of the work. With their help, the peculiarities of the functioning of the genre features of the Bildungsroman and the communicative nature of the literary text were revealed. The importance of the reader's interpretation for the perception of the plot of a particular work has been proved. As a result of the study, a striking feature of the narrative organization of the work was found – the presence of an unreliable narrator figure, aspects of "unreliability" associated with the psychological characteristics of the main character-narrator are indicated. The authors have determined the regularity of the influence of the cultural and historical context on the artistic reality of the text. In addition, "two worlds" was revealed as a feature of the main character's consciousness. The twofold world creates a problematic situation for the reader's perception of the text and largely determines the development of the plot of growing up.

Key words: unreliable narrator; image of a child; "two worlds"; readerly interpretation.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© Gataullin R. I., Sergeeva E. N., 2024.

Gataullin Ramil Inshatovich (gataullin.r.stud@mail.ru),

3rd year student of the Faculty of Philology and Journalism of Samara University,

Sergeeva Elena Nikolaevna (sergeeva.en@ssau.ru), associate professor of the Department of Russian and Foreign Literature and Public Relations of Samara University

443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 82-293.7

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ОБЩЕСТВО-ТЮРЬМА В ДРАМЕ Д. ВАССЕРМАНА «ПРОЛЕТАЯ НАД КУКУШКИНЫМ ГНЕЗДОМ»

К. А. Стуликов

Данная статья посвящена анализу системы героев в драме Д. Вассермана «Пролетая над гнездом кукушки». Автор статьи утверждает, что в основу системы героев драмы заложена социально-философская проблема: представление об устройстве общества. Герои-бунтари: Рэндел Патрик Макмэрфи и вождь Бромден, – противостоят унитарному, механическому, обезличенному обществу; имеют собственные философские представления о свободе, высоко ценят индивидуальность, независимость человека от социума. Им противостоит сестра Рэтчед, которая убеждена, что в идеальном обществе человек обязан быть частью системы, обязан соответствовать установленным стандартам мышления и поведения. Отклонение от норм воспринимается как угроза существованию общественной системы. Согласно мнению автора, система персонажей в пьесе отражает экзистенциальное восприятие общества как «тюрьмы», ограничивающей индивидуальные качества личности, подавляющей волю человека и подгоняющей его под стандарты социума.

Ключевые слова: Макмэрфи; вождь Бромден; общество; тюрьма; несвобода; бунт; экзистенциализм.

«Ад – это другие» [1] – знаменитый афоризм французского философа-экзистенциалиста Ж.-П. Сартра, отражающий сложность существования личности в унитарном обществе, где норма поведения и существования определяется по формуле среднеарифметического уравнения. Сам философ отмечал, что самым сложным в жизни человека является построение настоящих, неискаженных отношений с другим, так, чтобы эти отношения не были эксплуатацией, манипуляцией или самооправданием.

Восприятие общества как «тюрьмы», пространства замкнутого и давящего прежде всего на личность – характерная черта литературы второй половины XX века. Таково восприятие общества и у Кена Кизи, который в 1962 году напишет роман «Полет над гнездом кукушки». Несмотря на попытки запрета, роман обретает широкую известность и становится громким социальным высказыванием поколения бунтарей-шестидесятников. Как пишет Е. С. Биченова в своей работе «Основные мотивы романа Кена Кизи «Полет над кукушкиным гнездом»: «Роман имел невероятный успех, в одночасье сделав своего

создателя знаменитым. Известные писатели, ведущие литературные критики посвящали произведению статьи и эссе, публиковали заметки. Норманн Мейлер, Том Вулф, Уильям Стайрон, Фленнери О'Коннор обсуждали несомненные литературные достоинства книги, ее композицию, стиль, оригинальность образной системы» [2]. Уже через год роман получает театральную адаптацию, выполненную Дейлом Вассерманом, для постановки на бродвейской сцене. В отличие от последующей киноадаптации Милоша Формана, пьеса Вассермана получает одобрение самого Кена Кизи и считается эталонным переложением романного текста на театральную сцену. Замысел пьесы идентичен роману-первоисточнику: общество, воспринимаемое как единое целое, вступает в борьбу с личностью, носителем черт индивидуальности, непохожести. В такой борьбе общество стремится подчинить себе личность, а если ему это не удастся – уничтожить.

В пьесе представлен обширный список действующих лиц. Среди них пациенты психиатрической клиники: Рэндел Патрик Макмэрфи, вождь Бромден, Чезвик, Билли Биббит,

© Стуликов К. А., 2024.

Стуликов Кирилл Алексеевич (kirill.stulikov.03@mail.ru), студент III курса факультета филологии и журналистики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Хардинг, Мартини, Ракли, Скэнлон; и медицинский персонал: главный врач – доктор Спиви, сестра Рэтчед, ночной сторож Тэркл и др.

Особого внимания заслуживают Макмэрфи и Бромден, пациенты, не желающие встраиваться в тоталитарную систему, сопротивляющиеся ей. Сестра Рэтчед, наоборот, непреклонно придерживается правил организации жизни в клинике, поэтому борется с инициативными противниками.

Обратим внимание на то, как описывается Макмэрфи, которого только что приводят в отделение психиатрической клиники:

«Ведет себя открыто, раскованно, что особенно бросается в глаза в этом окружении. Смех его льется свободно, громко – больные смотрят на него, раскрыв рот» [3, с. 6].

Мак харизматичен и привлекателен, находит контакт с любым типом людей, что впоследствии позволяет расположить их к себе, а в некоторых случаях выступить в качестве вдохновителя, волевой яркой личности, лидера.

Яркой чертой, выделяющей Макмэрфи на фоне других пациентов, служит не столько его внешний вид, сколько поведение, речь и характер. Особенность характера Макмэрфи – склонность к бунту, он не признает авторитета окружающих как заданной категории, не признает порядок как положительное явление:

МАКМЭРФИ: Знаете что, мэм, всегда находится человек, который говорит мне насчет правил, когда я как раз думаю о том, как бы все их, к черту, взорвать [3, с. 9].

Важно обратиться и к биографии Макмэрфи, который во время службы в армии получил медаль за проявленный героизм при спасении военнопленных, однако был с позором уволен из вооруженных сил за неповиновение.

В сюжете произведения можно легко вычленил эпизоды бунта Макмэрфи против абсурдного порядка жизни в клинике: отказ от обязательных процедур при зачислении (душ и беседы с главным врачом), азартные игры, саботаж расписания, неоднократные срывы унижающих достоинство человека коллективных терапий, проведение «вечеринки» в стенах закрытого учреждения и т.д.

Именно Макмэрфи пытается защитить пациентов, выступая против групповой

терапии. Данная процедура подразумевает коллективное обсуждение психологических проблем конкретного пациента, что в теории должно способствовать его выздоровлению. На практике же это больше похоже на травлю, которую начинает главный врач, а затем подхватывают другие пациенты, уничтожая волю, собственную оценку ситуации больным, подгоняя его под стандарты «общественного мнения». Макмэрфи не может принять этого и срывает процесс коллективной терапии:

РЭТЧЕД: Итак, вы намеренно выбрали себе женщину, которая интеллектуально намного ниже вас. Разве вы не понимаете, что это значит?

ХАРДИНГ: Да, конечно. Но теоретически... мне казалось... что по крайней мере в плане сексуальном...

БИЛЛИ: В-верно, в-верно. В-вы все время нам говорили, до ч-чего она х-хороша в постели.

ЧЕЗВИК: Угу, и как — здорово у вас получалось?

ХАРДИНГ: Ничего... ничего не могу: полная психическая импотенция... А, черт, ну почему я всегда плачу?

СКЭНЛОН: Послушай, Хардинг, а не легче тебе будет, если ты сейчас просто встанешь и признаешься, что ты — не мужик?

МАКМЭРФИ: /вскакивает на ноги, с грохотом роняя стул/. Прекратите, черт бы вас подрал! Да оставьте вы наконец мужика в покое! Слушай, приятель, ты же не обязан выслушивать всю эту белиберду! [3, с. 13].

После чего Макмэрфи обличает процедуру, сравнивая ее с «выпуском цыплят для клева»:

МАКМЭРФИ: «Цыплята, как увидят кровь на каком-нибудь цыпленке, набрасываются на него и клюют — ясно? Клюют, пока от цыпленка ничего не останется — только кости да перья, вымазанные в крови. Но в этом побоище еще парочке цыплят изрядно достается, и тогда в другой раз — уже их черед» [3, с. 14].

Вождя Бромдена можно рассматривать как ученика Макмэрфи. Вождь Бромден находится в подавленном состоянии, можно сказать *в тюрьме внутри себя*, его свобода ограничена социумом белых американцев, воспринимающих его как дикаря, неравного им человека; его физическое превосходство

компенсируется количеством его противников. В нем подавляется его культура, его родовая связь с племенем. Лишь когда появляется человек, способный противостоять большинству, Вождь обретает свободу, обретает цель борьбы, становится активным:

БРОМДЕН: Макмэрфи! /МАКМЭРФИ приостанавливается./ Помоги мне снова стать большим» [3, с. 35].

Важно отметить, что Бромден – единственный, не считая Макмэрфи, кто осознает свою свободу, прежде всего внутреннюю. Он рефлексивен, пытается осмыслить ее согласно своей природно-культурной философии, например:

БРОМДЕН: Так и эти парни из правительства тогда говорили — кучу, мол, денег получите. А папа сказал: разве можно деньгами возместить человеку утраченный образ жизни? Разве можно деньгами возместить человеку отказ от права называться индейцем? Но им было этого не понять. Да и племя тоже не понимало. Они все стояли перед нашей дверью, держали в руках чеки и спрашивали — а что теперь с этим делать? А папа ничего не мог им сказать, потому что стал очень маленьким... [3, с. 34].

В кульминационном эпизоде пьесы, когда Мак становится заложником собственного безвольного тела, что является последствием проведенной лоботомии, вождь принимает сложное решение. Желая избавить друга от долгого, пассивного существования в теле безжизненной куклы, Бромден убивает Мака, тем самым становясь на его место. После вождь вырывает расчеловечивающую машину, разбивает ей решетки камеры и устремляется в неизвестность:

ВОЖДЬ: вытаскивает подушку из-под головы Макмэрфи./

МАРТИНИ: Ты что делаешь, Вождь?

ВОЖДЬ БРОМДЕН: А вы считаете, Маку было бы приятно, чтоб это чучелозвали его именем и оно сидело тут, как пугало, в общей комнате еще двадцать, а то и тридцать лет?» [3, с. 49]...

Подходит к ящику, пытается его приподнять. Ничего не выходит. Делает глубокий вдох и снова пытается оторвать ящик от пола. Раздается громкий треск, скрежет, и ящик отделяется от пола. Электрические провода рвутся, бело-синие вспышки и треск

короткого замыкания. Ночное освещение и свет в дежурке гаснут. Где-то вдалеке звенит сигнал тревоги.

БРОМДЕН: Я это сделал! /Возбужденно./ Сделал, Хардинг. Я теперь снова стал большой!...

Звучит мелодичная музыка. ВОЖДЬ легко выскальзывает за окно и исчезает [3, с. 49].

Мак и Бромден – противоречивые и сложные персонажи. В характере Макмэрфи сочетаются эгоизм и чувство долга – он трикстер, обманщик, личность однозначно маргинальная и далеко не святая, однако он предельно искренен и человечен и не сможет игнорировать унижение других людей. Вождь видит вывихнутую лодыжку мира, но не спешит лечить недуг. Он не осознает, что лишь страх перед своей свободой ограничивает его, а вовсе не та «шайка» и уж точно не решетки клиники. В нем в одинаковых пропорциях сочетаются осознание проблемы и неготовность бороться с ней.

Сложность и противоречивость характеров Мака и Бромдена делают их живыми, непохожими, сопротивляющимися унитарности общества, что качественно отличает их от антагониста – сестры Рэтчед. Она олицетворяет тоталитарный контролирующий орган, изображается как деталь подавляющей свободу машины, даже само имя героя с английского переводится как шестеренка, храповик. В тексте пьесы дается следующая характеристика персонажа:

«Это красивая женщина лет сорока — точный возраст трудно определить. Красота ее в своем роде совершенна: лицо — гладкое, словно из эмали телесного цвета; белизну кожи подчеркивают голубые, как у куклы, глаза. Сияющая теплая улыбка часто оживляет лицо. Она хорошо сложена и достаточно аппетитна, что заметно даже под белоснежным накрахмаленным халатом. Она надвигается на санитаров бесшумно, словно на колесах» [3, с. 3].

Отметим механический характер, ответственность образа сестры Рэтчед. Внешность ее, как и поведение, обманчиво. Рэтчед как бы надевает маску заботливой, любящей женщины, скрывающей за обманчивой улыбкой свои истинные намерения – стремление к абсолютной власти, абсолютному подчинению. Яркая черта сестры Рэтчед – вездесущность; у

пациентов, в равной степени как и у санитаров, создается впечатление, что она постоянно следит за всей обстановкой в клинике:

ТЭРКЛ: (ночной сторож) /ворча, ищет ключ/. Эта старая перечница никогда не дрыхнет [3, с. 42].

ХАРДИНГ: Нет, но мисс Рэтчед не нужна аппаратура: она сама — ходячий приемник [3, с. 10].

МАКМЕРФИ: Послушайте, почему она все-таки ведет себя так, точно у нее по-прежнему все козыри на руках? [3 с. 32].

Рэтчед обладает широкими возможностями подчинения окружающих, начиная от инструментов физического подавления (санитары, электрошоковая терапия, хирургическое вмешательство), заканчивая шантажом и психологическим давлением. Рэтчед знает слабые места своих подопечных и активно этим пользуется: уже известная нам групповая терапия, где пациенты ссорятся между собой, ведение дневника наблюдения за поведением пациентов, где каждый может «настучать» на товарища. Активно применяется шантаж: при обращении к Хардингу Рэтчед припоминает его проблемы в отношениях с противоположным полом, а во время общения с Билли сестра давит на привязанность пациента к матери, что впоследствии приводит к смерти пациента.

Методы борьбы Рэтчед настолько эффективны, что пациенты, даже не будучи больными, продолжают свое пребывание в клинике. Они боятся общества, боятся быть вне системы, вне общества. Абсурдность психиатрической клиники заключается в том, что здесь нет сумасшедших, а лишь подавленные, сломанные судьбы и, как говорит сам Мак: «Не бойся, они только кажутся психами» [3, с. 43].

Вассерман не раз поднимает вопрос об истинной причине несвободы человека. В разной степени все персонажи отмечают, что несвобода личности — неотъемлемая часть общественной жизни. Однако наиболее конкретен и последователен в поиске причин несвободы личности вождь Бромден:

БРОМДЕН: «Новенький пришел к нам, папа. Сейчас *они* начнут его опутывать. У *них* ведь к каждому провода протянуты, а в голову каждому вместо мозгов вставлен прибор. В полу тут магниты заложены, так что и ходим мы, только *как они хотят*. Мозги у нас

стали каменные и нутро железное, а вместо нервов — медная проволока. В животе у нас шестеренки, а на лице вместо рта — сварочный шов. *Они* включают рычажок, и мы задержаемся; включают другой — и замрем. Сколько таких человеческих фабрик по всей стране разбросано — и не счесть. Надо же исправлять человеческую природу» [3, с. 9].

Бромден четко осознает, что главным противником здесь выступают не столько санитары или сестра Рэтчед, сколько сама «система», общество, «большая кучка», являющаяся мериллом социальных норм. В борьбе Мака это выражено в меньшей степени, он как хаотическая сила, неудержимая стихия, сметающая любые барьеры, вставшие на ее пути, борется с любым проявлением несвободы, бунтует против врага без лица и образа. Но вот бунт Бромдена явно целенаправлен, он в большей мере осознает источник зла, он знает, узником какой тюрьмы он является, — общества.

Таким образом, можно сделать вывод, что психиатрическая клиника выступает своего рода моделью этого общества. Об этом говорит один из персонажей пьесы, доктор Спиви:

СПИВИ: «Те-ра-пев-ти-ческой ком-муны. Это значит, что данное отделение представляет собой как бы общество в миниатюре. И поскольку общество решает, кто здоров, а кто — нет, человек должен соответствовать требованиям» [3, с. 12].

Это значит, что каждый здесь одновременно и надзиратель, и заключенный, судья и подсудимый, палач и приговоренный к казни. Коллективная ответственность порождает норму, закон, который своего рода дамоклов меч, нависший над индивидуальностью человека на тонком конском волосе.

Единственным способом утверждения себя становится бунт. В экзистенциальной парадигме мы могли бы расценивать это как своего рода победу, утверждение личности вопреки страданиям, вопреки боли. Однако можно ли назвать «победой» борьбу Мака и Бромдена с точки зрения классических принципов драматургии, ведь гибель трагического героя здесь не ведет к восстановлению порядка мира?

Не имея возможности сломить Мака, Рэтчед превращает его в безвольное «пугало»,

подвергая «психологической кастрации» – лоботомии. Данная сюжетная линия противостояния сестры Рэтчед и Макмэрфи вполне соотносится с философской концепцией А. Камю, который утверждал невозможность преодоления абсурдности мира. Лишь в бунте человек мог выразить свою волю, свое стремление обрести свободу. И пусть вас не вводит в заблуждение побег Вождя Бромдена. Он подобно птице из считалочки «летит над кукушкиным гнездом», в направлении неопределенном и даже несуществующем, ведь орнитологи знают, что кукушки не вьют гнезда.

Таким образом, можно утверждать, что система персонажей в пьесе Д. Вассермана подчинена задаче реализации модели «обще-

ство-тюрьма». Личность в пьесе противопоставляется обществу, на идейном уровне утверждается ограниченность человека социальными нормами, правилами поведения человека в окружении других лиц, его зависимость от общественного мнения и одобрения со стороны окружающих.

Литература

1. Сартр Ж. П. За закрытыми дверями / Neoclassic. Зарубежная классика. М.: Аст, 2017. 320 с.

2. Биченова Е. С. Основные мотивы романа Кена Кизи «Полет над кукушкиным гнездом» // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2009. № 9. С. 12–17.

IMPLEMENTATION OF THE SOCIETY-PRISON MODEL IN D. WASSERMAN'S DRAMA «ONE FLY OVER THE CUCKOO'S NEST»

K. A. Stulikov

This article is devoted to the analysis of the hero system in D. Wasserman's drama "Flying over the Cuckoo's Nest". The author of the article argues that the basis of the system of heroes of the drama is a socio-philosophical problem: the idea of the structure of society. Rebel heroes: Randle Patrick McMurphy and Chief Bromden, are opposed to a unitary, mechanical, impersonal society; they have their own philosophical ideas about freedom, highly value individuality, human independence from society. They are opposed by Sister Ratched, who is convinced that in an ideal society, a person must be part of the system, must comply with established standards of thinking and behavior. Deviation from the norm is perceived as a threat to the existence of the social system. According to the author, the character system in the play reflects the existential perception of society as a "prison" that limits individual personality qualities, suppresses human will and adjusts it to the standards of society.

Key words: McMurphy; Chief Bromden; society; prison; unfreedom; rebellion; existentialism.

Статья поступила в редакцию 07.10.2024 г.

УДК 82

LES DOMINANTS DE L'ESPACE DANS LE ROMAN D'ALEXANDRE ILITCHEVSKY «LE DESSIN DE NEWTON»

L. S. Sidorenko, L. P. Merkulova

Cet article est consacré à l'étude de la poétique de l'espace et de ses images sémantiques-dominantes dans le roman d'Alexandre Ilitchevsky «Le Dessin de Newton». La théorie de l'étude est basée sur les travaux scientifiques des chercheurs français consacrés à la typologie du roman moderne et aux questions de la géopoétique. Le but du travail est de déterminer le rôle des images dominantes du paysage environnant et la relation avec la sphère subjective de l'œuvre. Le rôle des dominants spatiaux dans le roman «Le Dessin de Newton» a été déterminé. C'est un point de vue spécial sur l'espace environnant du héros. La position du héros-observateur est associée aux dominantes spatiales du paysage: hauts bâtiments, sommets des montagnes, la vue du bord d'un avion, d'un dirigeable. Cet emplacement du héros et sa perception du monde qui l'entoure sont également transmis à travers les images d'aéronefs. Le principe de la représentation visuelle de l'espace se change et, à partir du plan horizontal, la perception est remplacée par des plans dans la projection verticale. L'ère du développement des avions a également affecté la conscience humaine, ses relations avec l'environnement. Cette séparation de l'homme de la terre au début du XXe siècle, l'auteur associe le désir de comprendre les mystères de l'Univers, et le développement de la science arrache le scientifique de la terre, le rapproche de l'image du créateur qui crée les débuts. Ainsi, le point de vue spatial du héros et le monde qui l'entoure révèlent non seulement le monde intérieur du héros, mais aussi l'axiologie du roman de A. Ilitchevsky «Le Dessin de Newton». L'étude a été réalisée à l'aide d'une méthode d'analyse, de méthodes descriptive et herméneutique.

Mots-clés: l'espace; le roman; la géopoétique; le héros; Alexander ilitchevsky; la poétique du roman.

Le roman est le genre le plus populaire de la littérature. Le terme de «roman» date du Moyen Âge.

À l'heure actuelle le roman est le genre le plus visible de la littérature.

Les romans peuvent être répartis en sous-genres. La particularité du «grand» roman est transgresser les classifications et de dérouter le lecteur. Les chercheurs notent les genres romanesques:

- roman sentimentaux;
- roman de mœurs;
- roman d'apprentissage;
- roman d'anticipation ou de science-fiction;
- roman d'aventures;
- roman philosophique;
- roman picaresque;
- roman policier;
- roman historique;
- roman d'horreur.

Selon M. Blanchot [1, p. 231], l'incomplétude du roman réside dans l'idée de la communication par la lecture, lorsque l'auteur et le lecteur sont également devant la création et à l'intérieur.

Les études sur l'espace du roman et la géopoétique appartiennent à Roland Burnouf [2], M. Marszałek, S. Sasse [3], K. White [4] etc.

L'espace du roman est ainsi situé dans le cadre des interrogations modernes portant sur la représentation par l'écriture. Le paysage ressort par conséquent de ces œuvres, renouvelant l'approche des questions, à dimension philosophique et liés avec la situation de l'homme dans le monde. Le monde intérieur de l'homme devient visible dans l'espace artistique du roman en raison de son lien étroit avec la modernité et d'une caractéristique particulière du genre – son "inachevé".

La thématique de la confrontation d'un héros à ce qui le dépasse ou lui échappe, ainsi présente

© Sidorenko L. S., Merkulova L. P., 2024.

Sidorenko Lilia Sergeevna (lilsidorenko@yandex.ru), étudiante en troisième cycle du département de littérature russe et étrangère et des relations publiques;

Merkulova Lyudmila Petrova (lpm1r@yandex.ru),

chef du département des langues étrangères et russe comme étranger Samara University, 443086, Russie, Samara, Moscow Highway, 34.

dans les œuvres, a des conséquences sur la poétique du roman: c'est l'écriture elle-même qui manifeste un dépassement ou une inadéquation avec son objet, et se fait ainsi révélation d'une transcendance en creux, dont la présence paradoxale se réalise dans le langage romanesque.

Dans cet article, nous avons recours au travail de l'écrivain moderne - Alexander Ilitchevsky (écrivain, romancier, poète, essayiste, scénariste) - lauréat des prix «Russkiy Bucker» («Matisse» 2007), «Bolshaya kniga» («Pers» 2010, «Dessin de Newton» 2020). Auteur de 32 livres, 11 romans, 5 recueils de nouvelles, 4 recueils de poèmes, 6 recueils d'essais.

Certains chercheurs appellent les romans A. Ilitchevsky comme les romans-travelogs. Par exemple, D. Fomina écrit que la structure du roman se rappelle le tronc de l'arbre avec les branches [5].

Conditions et méthodes de recherche

Le but de cette étude est de déterminer le rôle et la place des dominants spatiaux dans la poétique du roman d'Ilitchevsky "Le Dessin de Newton".

En tant que méthodes de recherche, la méthode d'analyse, la méthode descriptive et herméneutique, la méthode d'analyse des composants, complexes et systématiques ont été utilisées.

Résultats et discussion

Avec la diversité des types du genre du roman, de nombreux chercheurs notent la difficulté à déterminer le sous-genre d'un texte du roman particulier et l'impossibilité de déterminer sans équivoque sa variété. Ainsi, le scientifique français Michel Collon voit la raison de cela dans l'influence de l'espace et de sa perception. Le chercheur M. Baravalle remarque que «Le dépaysement est présenté par Collot comme un exemple de ce que la géographie littéraire peut apporter au renouvellement des formes et des genres» [6].

C'est en 1957 que Gaston Bachelard fait paraître dans les éditions PUF, son ouvrage "La poétique de l'espace" [7]. Selon Bachelard, tout l'espace habitable porte l'essence de la maison. Le logement est l'unité de l'image et du souvenir, c'est un mélange d'imagination et de mémoire.

Dans le roman d'Ilitchevsky "Le Dessin de Newton" [8], l'image de la maison est une dominante importante dans l'espace du héros. Le personnage principal est un physicien scientifique. Il s'appelle Constantin Weiss. Son père l'a nommé en l'honneur de Konstantin Tsiolkovsky. L'enfance et

la jeunesse du héros ont eu lieu à Moscou, puis dans le cadre de son travail et de ses recherches, il se déplace dans le monde. Le but du héros est de trouver le père qui a disparu.

Chemin faisant vers la recherche, le héros trouve lui-même et sa place dans le monde.

Dans le roman, le paysage est étroitement lié à la vision du monde du personnage: il cherche son espace. Son chemin passe par la station "Pamir-Chakaltaya", la station de recherche Belomorsk, le laboratoire scientifique de l'institut de Moscou. Ainsi, avec l'image de la maison des souvenirs d'enfance, l'espace du laboratoire scientifique est une dominante importante pour le héros.

Après son père, Constantin arrive à Jérusalem. Là il étudie la maison de son père, ses archives, ses photographies. Ainsi, la maison de Victor Weiss semble être un musée, tout comme la ville elle-même, un musée en plein air. La ville est pleine d'antiquités. C'est la maison de son père qui est associée au motif du verre, appelé "pillbox".

L'espace de la vie accueille la mémoire non seulement de son père, mais de l'histoire de toute une ville. L'image de la maison et du musée sont interconnectées par le fil de la mémoire du passé. La maison de Victor Weiss abrite de nombreuses photographies du début du siècle prises par les voyageurs sur le dirigeable Zeppelin.

Dans le roman, le thème de l'aéronautique passe par le fil.

L'ère du dirigeable est représentée par l'enfance de son père à Dolgoprudny, près de Moscou. Selon les souvenirs de son père là il n'y avait pas assez de tours pour fixer les dirigeables. Et le père se souvient des dirigeables fixés aux peupliers.

Et bien sûr, c'est le dirigeable du comte Zeppelin dans les années 1920.

L'espace dans le roman est construit sur la base de paraboles elliptiques et hyperboliques. C'est un regard sur la structure interne du point de vue des lois physiques et mathématiques. L'espace environnant est perçu non seulement du point de vue extérieur, mais sa structure interne est également exposée.

Pour la première fois, l'image des ellipses et des ellipsoïdes frappe Constantin lorsqu'il pénètre à l'intérieur du squelette du dirigeable.

Les images des dirigeables à Dolgoprudny à Moscou dans l'enfance de son père ne sont pas seulement des géants attachés aux mâts et aux peupliers dans le ciel. L'image du dirigeable est multi-significative, elle est associée à l'image des

héros-testeurs et des scientifiques-inventeurs de l'époque. Victor Weiss vit dans un appartement communal qui appartenait à Gudovantsev, le commandant de l'équipage «Vostok-6». Tous les membres de l'équipage sont morts en essayant de sauver un groupe de Papanin sur la banquise.

Les photos de la maison-pillbox avec le dirigeable du comte Zeppelin sur d'archives distingue 2 plans spatiaux. Le premier est une vue de la terre sur un énorme avion planant au-dessus de la ville. Le second est une photo de Jérusalem de la gondole du dirigeable. Ces photos montrent 2 vues: de la surface de la terre et de la hauteur céleste sur la ville. Ce n'est pas un hasard si l'image d'un dirigeable planant affecte la perception de Jérusalem elle-même, qui dans le roman est comparée à l'île de Laputa, décrite dans le roman de Swift sur Gulliver.

Les ellipses dans la structure de l'espace sont représentées non seulement dans les images des dirigeables, mais aussi dans les réalisations techniques des siècles passés. Dans le système arqué des ponts-aqueducs de Jérusalem étaient pour l'époque la plus grande amélioration technique. C'est par le système des aqueducs que l'eau pure est arrivée dans la ville antique. Cette forme d'arc-parabole chez Ilitchevsky est importante en tant qu'une dominante du paysage environnant. La parabole relie les découvertes techniques de l'histoire ancienne de l'humanité de l'arche et des aqueducs à la technologie dans l'histoire récente du XXe siècle. Les formes paraboliques et les structures arquées sont reflétées à plusieurs reprises dans la structure des aéronefs (dirigeables, avions). Le rôle de l'homme et de son début créatif dans la création de la technique est également important pour les héros et l'auteur. À la station Pamir-Chakaltaya Constantin Weiss trouve les photos collective des chercheurs au milieu du XXe siècle dont les vues sont tournées vers le centre de la parabole. Il perçoit les clichés collectifs à travers l'image musicale et théâtrale du chœur.

L'image du dirigeable est également liée principalement à la figure du père de Victor Weiss et à sa signification principale pour Constantin. Depuis l'enfance, le personnage principale perçoit son père comme un géant quand il le voit au lit après une autre expédition. Et cette image du père-Gulliver au pays des lilliputiens donne naissance de Laputa. Il s'agit d'un Temple recréé à l'aide d'un système de miroirs optiques installés dans des caméras Obscura sur les montagnes environnantes de Jérusalem. C'est une image de l'idée incarnée du

père qui plane au-dessus de la ville. La ville-temple, arrachée de l'ordinaire de la vie et proche de Dieu.

Ainsi apparaît une autre dominante importante du paysage - la cathédrale. L'espace dans le roman, en plus du plan horizontal, a un axe vertical. La compréhension de l'importance du monde spirituel de l'homme est transmise par une séparation du monde quotidien. À Jérusalem, le héros marche sur les chemins de son père, qui cherche les traces du grand Temple de Salomon, perdu aujourd'hui.

Les images musicales remplissent l'espace du roman d'un son spécial. L'espace devient non seulement visuellement représenté, mais aussi perçu à l'oreille. Moscou sonne dans le roman avec la musique du compositeur Moussorgsky, Leningrad est le «courant élané de Haendel et de la tempête de Chostakovitch», et Jérusalem est le son du «vingt – troisième Concerto pour piano de Mozart» [8, p. 228].

En plus de la musique, l'espace du roman est rempli d'images pittoresques de peintures. Pour le héros, Jérusalem est un véritable musée en plein air. Constantin Weiss perçoit l'espace de la ville à travers les chefs-d'œuvre de la peinture mondiale et russe: le tableau-fresque «la Cène» de Leonardo et le tableau «le Christ et la Pêcheresse» de Vasily Polenov. Les dominants de Jérusalem sont des lieux liés à l'histoire biblique du Christ et au Temple de Salomon en ruine.

L'insaisissable palette du paysage environnant de Jérusalem a été captée par l'artiste du même âge du XXe siècle, Anne Thibault. Une propriété particulière de l'espace de la ville antique dans sa transparence et son aquarelle.

Victor Weiss se réfère à un cycle de peinture religieuse russe de Polenov. La recherche du père et sa disparition sont le mystère du paysage de Jérusalem: l'essence est en présence du mystère et du caché.

Dans la finale du roman, le héros ne trouve pas le père disparu, mais grâce aux données déchiffrées de la station "Pamir-Chakaltaya", il utilise un système de miroirs pour recréer l'image visible du Temple de Salomon. Le temple doré apparaît, planant au-dessus de Jérusalem, comme Laputa du roman de Swift et les dessins animés de Miyazaki.

Conclusions

En conclusion il convient de noter, que le rôle des dominants spatiaux dans le roman

d'Iltchevsky «Le Dessin de Newton» a été déterminé. On voit la relations les images du paysage environnant avec le monde spirituel du héros, son état intérieur. C'est un point de vue spécial sur l'espace environnant qui concentre le regard spécial du héros. L'image de la valeur du monde scientifique est concentrée dans la sphère spirituelle associée à la science, qui est étrangère à la vanité du monde ordinaire. La position du héros-observateur est associée aux dominantes spatiales du paysage: hauts bâtiments, sommets des montagnes, la vue du bord d'un avion, d'un dirigeable. Cet emplacement du héros et sa perception du monde qui l'entoure sont également transmis à travers les images d'aéronefs. Dans cette période, le principe de la représentation visuelle de l'espace se change et, à partir du plan horizontal, la perception est remplacée par des plans dans la projection verticale. L'ère du développement des avions a également affecté la conscience humaine, ses relations avec l'environnement. Cette séparation de l'homme de la terre au début du XXe siècle, l'auteur associe le désir de comprendre les mystères de l'Univers, et le développement de la science arrache le scientifique de la terre, le rapproche de l'image du créateur qui crée les débuts. Ainsi, le point de vue spatial du héros et le monde qui l'entoure révèlent non seulement le monde intérieur du héros, mais aussi l'axiologie du roman d'Iltchevsky «Le Dessin de Newton».

Liste bibliographique:

- 1 Бланшо М. Пространство литературы. Пер. с франц. / перевод Б. В. Дубина, С. Н. Зенкина, Д. Кротовой [и др.]. М.: Логос, 2002. 288 с.
- 2 Bourneuf R. L'Organisation de l'espace dans le roman // Études littéraires. 1970. Vol. 3 (1). P. 77–86. <https://doi.org/10.7202/500113ar>.
- 3 Marszałek M., Sasse S. (Hg.) Geopoetiken. Geographische Entwürfe in den mittel- und osteuropäischen Literaturen. Berlin: Kadmos, 2010. 301s.
- 4 White K. Le Plateau de l'albatros: Introduction à la géopoétique. Paris: Grasset, 1994. 363 p.
- 5 Фомина Д. Иерусалима много не бывает. О книге «Чертеж Ньютона» А. Иличевского [Электронный ресурс]. URL: <https://rechorin.net/articles/view/iierusalima-mnoghonie-byvaiet-o-knighie-chiertiezh-n-iutona-a-ilichiev-skogho> (дата обращения: 1.03.2024).
- 6 Varavalle M. Michel Collot, Pour une géographie littéraire // Studi Francesi. 2015. Vol. 177 (LIXIII). P. 652–653.
- 7 Башляр Г. Поэтика пространства. М.: Ад Маргинем Пресс, 2014. 352 с.
- 8 Иличевский А. Чертеж Ньютона. М.: АСТ; Редакция Елены Шубиной, 2021. 348 с.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДОМИНАНТЫ В РОМАНЕ АЛЕКСАНДРА ИЛИЧЕВСКОГО «ЧЕРТЁЖ НЬЮТОНА»

Л. С. Сидоренко, Л. П. Меркулова

Данное исследование посвящено изучению поэтики пространства и его смысловых образов-доминант в романе Александра Иличевского «Чертеж Ньютона». Теоретическая база исследования основана на научных трудах французских учёных, посвященных типологии современного романа и вопросам геопоэтики. Целью работы является определение роли доминирующих образов окружающего ландшафта в современном романе и связи с субъектной сферой художественного произведения. В результате проведённого исследования была определена роль пространственных доминант в романе Иличевского «Чертеж Ньютона», взаимосвязи образов окружающего ландшафта с духовным миром героя, его внутренним состоянием. Именно особая точка зрения на окружающее пространство фокусирует особый взгляд героя, который смотрит с определенной высоты как бы отстраняясь от обыденности мира. Ценностная картина мира ученого сосредоточена в духовной сфере, связанной с наукой, которой чужда суетность обыденного мира. Позиция героя-наблюдателя связана с пространственными доминантами ландшафта: высокими зданиями, горными вершинами или взглядом с борта самолета, дирижабля. Это местоположение героя и его восприятие окружающего мира передано и через образы воздухоплавательных аппаратов и дирижаблей первой трети XX века, когда развитие техники повлияло на восприятие пространства. В этот период меняется принцип визуального представления о пространстве и из горизонтальной плоскости восприятие сменяется на планы в вертикальной проекции. Эра развития воздушных судов и самолетной техники повлияла и на сознание человека, его взаимоотношения с окружающей средой. Этот отрыв человека от земли в начале XX века автор связывает со стремлением постичь тайны Вселенной, и развитие науки отрывает ученого от земли, приближает его к образу творца, творящего начала. Таким образом, пространственная точка зрения героя и окружающий мир раскрывают не только внутренний мир героя, но и аксиологию романа А. Иличевского «Чертеж Ньютона». Исследование выполнялось при помощи метода анализа, описательного и герменевтического методов, комплексного и системного подходов к изучению литературного произведения.

Ключевые слова: пространство; роман; геопоэтика; герой; Александр Иличевский; поэтика романа.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024 г.

МАТЕМАТИКА

УДК 519.624.2

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ ШТУРМА–ЛИУВИЛЛЯ

Р. Абельдинов

В статье предложен способ решения прямой задачи Штурма–Лиувилля второго порядка с краевыми условиями Дирихле на конечном интервале, сформулирован алгоритм для этого способа, основанный на методах дихотомии и Рунге–Кутты. Для обратной задачи Штурма–Лиувилля второго порядка с аналогичными краевыми условиями и интервалом составлен алгоритм на основе метода спектральных отображений. Для обеих задач были разработаны программы, реализующие сформулированные алгоритмы, и проведены численные эксперименты по решению тестовых задач для демонстрации корректности работы программ. Результаты показали, что полученные решения сходятся с аналитическими и асимптотическими. Следовательно, данные алгоритмы возможно использовать для решения прямых и обратных задач.

Ключевые слова: задача Штурма–Лиувилля второго порядка; метод Рунге–Кутты; метод спектральных отображений; спектральный анализ; математическая физика.

Постановка задач

Будет рассматриваться задача Штурма–Лиувилля второго порядка с краевыми условиями Дирихле, приведённая в [1]:

$$-y'' + q(x)y = \lambda y, x \in (0, \pi), \quad (1.1)$$

$$y(0) = 0, \quad y(\pi) = 0, \quad (1.2)$$

где λ – спектральный параметр, $q(x) \in L_2(0, \pi)$ – вещественный потенциал.

Интервал $(0, \pi)$ и краевые условия Дирихле были взяты для определённости, так как к данному интервалу можно привести произвольный интервал путём линейной замены, а краевые условия принципиально не влияют на принцип решения задач.

Собственные значения краевой задачи – это такие значения спектрального параметра λ , при которых решения y будут нетривиальными. Такие решения называются собственными функциями. У краевой задачи Штурма–Лиувилля существует множество собственных чисел $\{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$, называемое спектром. В работе [1] для каждого собственного значения определены весовые числа

$$\alpha_n = \int_0^{\pi} y_n^2 dx, \quad (1.3)$$

где y_n – собственная функция при λ_n .

Множество $\{\lambda_n, \alpha_n\}_{n=1}^{\infty}$ называется спектральными данными задачи (1.1)–(1.2). Постановим две задачи для (1.1)–(1.2).

Прямая задача: для (1.1)–(1.2) дан потенциал $q(x)$. Необходимо найти $\{\lambda_n, \alpha_n\}_{n=1}^N$.

Обратная задача: положим $B(q)$ – задача (1.1)–(1.2) с известными спектральными данными $\{\lambda_n, \alpha_n\}_{n=1}^N$ и неизвестным потенциалом $q(x)$. Необходимо построить $q(x)$.

Прямая задача возникает при решении уравнений математической физики методом разделения переменных, описанным в [2]. А обратная задача позволяет определить неизвестные свойства среды по наблюдаемым величинам. В работе [3] приведены примеры приложений. Например, с помощью обратной задачи можно распознать тип крепления мембраны по собственным частотам радиальных

колебаний. Другой пример – акустическая диагностика вала с двумя концевыми дисками. Она позволяет выявить не только неисправности, но и обнаружить только развивающиеся дефекты, и определить необходимость ремонта, его объём и сроки.

Точное аналитическое решение прямой и обратной задачи можно получить только в частных случаях. В общих случаях используются численные методы или асимптотические формулы для приближенного решения. Некоторые численные методы решения задач предложены в работах [4;5;6]. В статье [4] рассматривается метод групп Ли для решения прямых задач Штурма-Лиувилля высших порядков. В [6] разработан численный алгоритм решения обратной задачи на основе метода спектральных отображений, который является наиболее эффективным из теоретических подходов в теории обратных спектральных задач (см. [7]). Однако в [6] рассмотрена задача с краевыми условиями Неймана. В данной статье предложенный подход реализован для случая условий Дирихле, который обладает рядом технических отличий, а также более детально проведен численный анализ. Для прямой и обратной задач были составлены и реализованы алгоритмы решения, проведены эксперименты на тестовых примерах, доказывающие корректность работы данных методов.

Решение прямой задачи

Для составления алгоритма использовались статья [1]. Определим $S(x, \lambda)$ как решение задачи (1.1) с начальными условиями

$$S(0, \lambda) = 0, \quad S'(0, \lambda) = 1. \quad (2.1)$$

Первое начальное условие соответствует первому краевому условию (1.2). Второе начальное условие взято для определённости.

Определим характеристическую функцию

$$\Delta(\lambda) = S(\pi, \lambda).$$

Если $\Delta(\lambda) = 0$, то решение $S(x, \lambda)$ удовлетворяет краевым условиям (1.2), и, следовательно, λ и $S(x, \lambda)$ – собственное значение и собственная функция задачи (1.1)–(1.2) соответственно. Для вычисления решения задачи Коши (1.1)–(2.1) использовался классический метод Рунге–Кутты четвертого порядка, приведённый в [8]. Для использования

этого метода уравнение второго порядка (1.1) было сведено к системе уравнений первого порядка

$$\begin{cases} u_1' = u_2, \\ u_2' = q(x)u_1 - \lambda u_1, \end{cases}$$

где $u_1 = y$, $u_2 = y'$.

Начальные условия (2.1) примут вид

$$u_1(0) = 0, \quad u_2(0) = 1.$$

Таким образом, задача свелась к поиску корней уравнения

$$\Delta(\lambda) = 0.$$

Их поиск осуществлялся методом дихотомии.

Пусть задана точность для метода дихотомии ϵ . Для обеспечения заданной точности в методе дихотомии необходимо подобрать точность ϵ' для метода Рунге–Кутты. Разложим $S(\pi, \lambda)$ в ряд Тейлора в окрестности λ_n

$$S(\pi, \lambda) = S(\pi, \lambda_n) + \dot{S}(\pi, \lambda_n)(\lambda - \lambda_n) + O((\lambda - \lambda_n)^2).$$

Так как $S(\pi, \lambda_n) = 0$:

$$S(\pi, \lambda) \approx \dot{S}(\pi, \lambda_n)(\lambda - \lambda_n),$$

$$\lambda - \lambda_n \approx \frac{S(\pi, \lambda)}{\dot{S}(\pi, \lambda_n)}.$$

В силу того, что $|S(\pi, \lambda) - S(\pi, \lambda_n)| < \epsilon'$, $S(\pi, \lambda_n) = 0$, и $|\lambda - \lambda_n| < \epsilon$, получим

$$\epsilon \sim \frac{\epsilon'}{\frac{d}{d\lambda} S(\pi, \lambda_n)} \rightarrow \epsilon' \sim \epsilon \frac{d}{d\lambda} S(\pi, \lambda_n).$$

Так как значения $S(\pi, \lambda_n)$ и λ_n неизвестны, будут использоваться асимптотические формулы, приведённые в [7]:

$$S(\pi, \lambda) \approx \frac{\sin(\rho\pi)}{\rho},$$

$$\rho_n \approx n, \quad (2.2)$$

где $\rho = \sqrt{\lambda}$.

Тогда положим

$$\begin{aligned} \epsilon' &= \epsilon \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{\sin(\sqrt{\lambda_n}\pi)}{\sqrt{\lambda_n}} \right) = \\ &= \epsilon \frac{\pi\sqrt{\lambda_n}\cos(\pi\sqrt{\lambda_n}) - \sin(\pi\sqrt{\lambda_n})}{2\lambda_n\sqrt{\lambda_n}} = \epsilon \frac{\pi}{2n^2}. \end{aligned}$$

Так как $\frac{\pi}{2n^2} < 1$, то $\epsilon' < \epsilon$.

Экспериментальным путем было установлено, что $h_x \rightarrow 0$ при $\lambda \rightarrow \infty$ и при фиксированном ϵ . Для $\{\lambda_n\}_{n=1}^{20}$ шаг h_x для метода Рунге–Кутты вычисляется методом Рунге при λ_{20} . Так как оно неизвестно, в силу (2.2) положим $\lambda_{20} = 20^2$. Далее, при $n : 20$ шаг h_x уменьшается в 2 раза. На основе данных рас­суждений был составлен алгоритм решения прямой задачи.

Для вычисления интеграла в формуле (1.3) использовалась формула Ньютона из [8]:

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{3h}{8} (y_0 + y_{3m} + 2(y_3 + \dots + y_{3m-3}) + 3(y_1 + y_2 + \dots + y_{3m-2} + y_{3m-1})), \quad (2.3)$$

где $h = \frac{b-a}{n} = \frac{b-a}{3m}$.

Собственные значения могут быть отрицательными. Чтобы их учесть, можно воспользоваться следующими фактами:

1) $\lambda_n \geq 0$ при $q(x) \geq 0$.

2) При прибавлении константы c к потенциалу q , собственные числа изменятся на c :

$$-y'' + (q(x) + c)y = (\lambda + c)y.$$

Если потенциал $q(x)$ допускает отрицательные значения, то найдем минимальное значение потенциала q_{min} и составим задачу с неотрицательным потенциалом

$$-y'' + (q(x) - q_{min})y = (\lambda - q_{min})y. \quad (2.4)$$

Получив собственные значения $\bar{\lambda}_n$ для задачи (2.4), можно получить собственные значения для исходной задачи по формуле $\lambda_n = \bar{\lambda}_n + q_{min}$.

Алгоритм 1. Положим, что задан потенциал $q(x)$, N для множества $\{\lambda_n, \alpha_n\}_{n=1}^N$ и точность ϵ .

1) Вычислить ϵ' . Определить $i = 0$, вычислить шаг h_x методом Рунге при λ_{20} и вычислить $\Delta(\lambda_0)$. Определить q_{min} . Перейти к шагу 2.

2) Если $q_{min} < 0$, то положить $c = q_{min}$, иначе $c = 0$. Определить потенциал $q(x) =$

$q(x) - c$. Перейти к шагу 3.

3) Положить $i = i + 1$ и вычислить $\Delta(\lambda_i)$. Если $\text{sign}(\Delta(\lambda_{i-1})) \neq \text{sign}(\Delta(\lambda_i))$, то перейти к шагу 4. Иначе выполнить шаг 3.

4) Методом дихотомии уточнить корень уравнения на интервале $[\lambda_{i-1}, \lambda_i]$ до необходимой точности. Положить $\lambda_n = \lambda_n + c$. Перейти к шагу 5.

5) Вычислить весовое число α_i используя формулу (2.3). Если $n : 20$, то $h_x = \frac{h_x}{2}$. Перейти к шагу 3, пока не будет найдено λ_N .

Численные эксперименты

Данный алгоритм был реализован на C++. Для проверки корректности алгоритма проводились численные эксперименты при $N = 10$, $\epsilon = 10^{-4}$. Для первого эксперимента был взят частный случай при $q(x) = 0$. В данном случае прямую задачу можно решить аналитически и получить формулы для сравнения с численными результатами (см. таблицу 1):

$$\lambda_n = n^2, \quad n \in \mathbb{N},$$

$$\alpha_n = \int_0^\pi \frac{\sin^2(\sqrt{\lambda_n}x)}{\lambda_n} dx = \frac{\pi}{2n^2}.$$

Здесь $\bar{\lambda}_n$ и $\bar{\alpha}_n$ – собственные значения и весовые числа, полученные численным методом, λ_n и α_n – собственные значения и весовые числа, полученные аналитически.

Второй эксперимент проводился при $q(x) = -2\sin(3x)$. Численные результаты сравнивались с асимптотической формулой (табл. 2) из работы [7]:

$$\sqrt{\lambda_n} = n + \frac{\omega}{\pi n} + o\left(\frac{1}{n}\right), \quad (2.5)$$

где $\omega = \frac{1}{2} \int_0^\pi q(s)ds$.

При $q(x) = -2\sin(3x)$ получим асимптотику

$$\lambda_n \approx \left(n - \frac{2}{3\pi n}\right)^2.$$

На основе этих двух численных экспериментов можно сделать вывод, что алгоритм работает корректно.

Таблица 1

Решение прямой задачи при $q(x) = 0$

| n | $\bar{\lambda}_n$ | λ_n | $ \bar{\lambda}_n - \lambda_n $ | $\bar{\alpha}_n$ | α_n | $ \bar{\alpha}_n - \alpha_n $ |
|-----|-------------------|-------------|---------------------------------|------------------|------------|-------------------------------|
| 1 | 1,0000305 | 1 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 1,5707229 | 1,5707963 | $7,34 \cdot 10^{-5}$ |
| 2 | 4,0000305 | 4 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,3926931 | 0,3926991 | $0,6 \cdot 10^{-5}$ |
| 3 | 9,0000305 | 9 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,1745307 | 0,1745329 | $0,022 \cdot 10^{-5}$ |
| 4 | 16,0000305 | 16 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0981730 | 0,0981748 | $0,018 \cdot 10^{-5}$ |
| 5 | 25,0000305 | 25 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0628298 | 0,0628319 | $0,021 \cdot 10^{-5}$ |
| 6 | 36,0000305 | 36 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0436318 | 0,0436332 | $0,014 \cdot 10^{-5}$ |
| 7 | 49,0000305 | 49 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0320551 | 0,0320571 | $0,020 \cdot 10^{-5}$ |
| 8 | 64,0000305 | 64 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0245422 | 0,0245437 | $0,015 \cdot 10^{-5}$ |
| 9 | 81,0000305 | 81 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0193902 | 0,0193925 | $0,023 \cdot 10^{-5}$ |
| 10 | 100,0000305 | 100 | $3,0518 \cdot 10^{-5}$ | 0,0157060 | 0,0157080 | $0,020 \cdot 10^{-5}$ |

Таблица 2

Решение прямой задачи при $q(x) = -2\sin(3x)$

| n | $\bar{\lambda}_n$ | λ_n | $ \bar{\lambda}_n - \lambda_n $ | $\bar{\alpha}_n$ |
|-----|-------------------|-------------|---------------------------------|------------------|
| 1 | 1,102203 | 0,620618 | 0,481585 | 0,7778649 |
| 2 | 2,958832 | 3,586844 | 0,628012 | 0,3323804 |
| 3 | 8,613129 | 8,580590 | 0,032539 | 0,1808469 |
| 4 | 15,531403 | 15,578401 | 0,046998 | 0,0988727 |
| 5 | 24,553864 | 24,577388 | 0,023524 | 0,0633085 |
| 6 | 35,560517 | 35,576837 | 0,01632 | 0,0438726 |
| 7 | 48,564728 | 48,576505 | 0,011777 | 0,0321888 |
| 8 | 63,567413 | 63,576290 | 0,008877 | 0,0246216 |
| 9 | 80,569183 | 80,576142 | 0,006959 | 0,0194401 |
| 10 | 99,570465 | 99,576037 | 0,005572 | 0,0157389 |

Обратная задача

В данном разделе использовался подход, предложенный в работе [6], который основан на методе спектральных отображений. Предложенный алгоритм решения обратной задачи был изменен для разработки программы.

Пусть дана задача $B = B(q)$. Для построения $q(x)$ необходимо выбрать задачу $\tilde{B} = B(\tilde{q})$. Для нее необходимо подобрать такой \tilde{q} , чтобы $\omega = \tilde{\omega}$. Так как потенциал $q(x)$ неизвестен для вычисления ω , можно получить приближенное значение из асимптотики (2.5)

$$\omega \approx \pi n(\sqrt{\lambda_n} - n).$$

Идея метода заключается в итерационной аппроксимации потенциала в точке x по формуле

$$q_r(x) = \tilde{q}(x) - 2\epsilon'_N(x), \quad (3.1)$$

где r – текущая итерация аппроксимации,

$$\epsilon'_N(x) = \sum_{n=0}^N \left(\frac{1}{\alpha_n} S(x_i, \lambda_n) \tilde{S}(x_i, \lambda_n) - \frac{1}{\tilde{\alpha}_n} S(x_i, \tilde{\lambda}_n) \tilde{S}(x_i, \tilde{\lambda}_n) \right).$$

Следовательно,

$$\epsilon'_N(x) = \sum_{n=0}^N \left(\frac{1}{\alpha_n} \left(S(x_i, \lambda_n) \tilde{S}(x_i, \lambda_n) \right)' - \frac{1}{\tilde{\alpha}_n} \left(S(x_i, \tilde{\lambda}_n) \tilde{S}(x_i, \tilde{\lambda}_n) \right)' \right). \quad (3.2)$$

Далее, с помощью свойства вычисления производной произведения можно получить производные слагаемых членов суммы.

Отметим, что для вычисления ϵ'_N производные $S'(x, \lambda)$ вычисляются в методе Рунге–Кутты и нет необходимости вычислять производные отдельно.

Используя \tilde{B} , можно использовать следующий алгоритм для решения обратной задачи.

Алгоритм 2. Положим, даны спектральные данные $\{\lambda_n, \alpha_n\}_{n=1}^N$, точность ϵ и количество узлов m .

1) Подобрать \tilde{B} и вычислить $\{\tilde{\lambda}_n, \tilde{\alpha}_n\}_{n=1}^N$. Перейти к шагу 1.

2) Положить начальное приближение $q_0(x_i) = \tilde{q}(x_i)$ и номер итерации приближения $r = 1$. Перейти к шагу 3.

3) Вычислить методом Рунге–Кутта решения $S(x_i, \lambda_n)$, $\tilde{S}(x_i, \lambda_n)$, $S(x_i, \tilde{\lambda}_n)$, $\tilde{S}(x_i, \tilde{\lambda}_n)$, $i = \overline{0, m}$, $n = \overline{1, N}$ и их производные. Перейти к шагу 4.

4) Вычислить $\epsilon'_N(x_i)$, $i = \overline{0, m}$ по формуле (3.2). Перейти к шагу 5.

5) Получить аппроксимацию на текущей итерации по формуле (3.1). Если $\max|q_r(x_i) - q_{r-1}(x_i)| < \epsilon$, $i = \overline{0, m}$, то закончить вычисления. Иначе положить $r = r + 1$ и перейти к шагу 3.

Численные эксперименты

Данный алгоритм также был реализован на C++. Эксперимент заключался в задании $q(x)$ и $\tilde{q}(x)$, решении для них прямой задачи, и решении обратной задачи по полученным спектральным данным. Все эксперименты проводились при $N = 10$, $m = 10$, $\epsilon = 10^{-4}$.

Первый эксперимент проводился для $q(x) = \cos(x)$. Было подобрано начальное приближение $\tilde{q}(x) = 1 - \frac{2x}{\pi}$. Полученные результаты сравнивались с исходным заданным потенциалом (см. табл. 3). Во время вычислений было произведено 6 итераций.

Аналогично была решена обратная задача при $q(x) = 2x$ с начальным приближением $\tilde{q}(x) = \frac{x^2}{\pi} + \frac{4x}{3}$ (см. табл. 4). Для достижения не-

обходимой точности потребовалось 8 итераций.

Заметим, что на правом конце интервала точность снижается. Для повышения точности необходимо подбирать потенциалы, удовлетворяющие краевым условиям $q(0) = 0$, $q(\pi) = 0$.

Заключение

В данной работе был сформулирован алгоритм для решения прямой задачи на основе работ [1; 7], разработана программа и проведены численные эксперименты для проверки корректности алгоритма. Также был изучен метод спектральных отображений и метод решения обратной задачи, предложенный в [6], разработана программа и проведены численные эксперименты решения обратной задачи. В ходе разработки программ были реализованы методы Рунге–Кутта и вычисления интеграла по формуле Ньютона, метод Рунге для вычисления шага по x для методов Рунге–Кутта и вычисления интеграла. Разработанные программы можно использовать для решения прямой и обратной задач Штурма–Лиувилля второго порядка. В дальнейшем на основе полученных методов и алгоритмов могут быть разработаны подходы решения прямых и обратных задач Штурма–Лиувилля высших порядков.

Таблица 3

Решение обратной задачи при $q(x) = \cos(x)$

| x | $\cos(x)$ | $q(x)$ | $ \cos(x) - q(x) $ |
|--------|-----------|----------|------------------------|
| 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 |
| 0,3491 | 0,93969 | 0,93928 | $4,1756 \cdot 10^{-4}$ |
| 0,6981 | 0,76604 | 0,76587 | $1,6992 \cdot 10^{-4}$ |
| 1,0472 | 0,50000 | 0,50002 | $2,3917 \cdot 10^{-5}$ |
| 1,3963 | 0,17365 | 0,17407 | $4,2143 \cdot 10^{-4}$ |
| 1,7453 | -0,17365 | -0,17320 | $4,4679 \cdot 10^{-4}$ |
| 2,0944 | -0,50000 | -0,50014 | $1,3881 \cdot 10^{-4}$ |
| 2,4435 | -0,76604 | -0,76686 | $8,1907 \cdot 10^{-4}$ |
| 2,7925 | -0,93969 | -0,94107 | $1,3792 \cdot 10^{-3}$ |
| 3,1416 | -1,0000 | -0,98439 | $1,5613 \cdot 10^{-2}$ |

Таблица 4

Решение обратной задачи при $q(x) = 2x$

| x | $2x$ | $q(x)$ | $ 2x - q(x) $ |
|--------|----------|---------|------------------------|
| 0,0000 | 0,0000 | 0,00000 | 0,0000 |
| 0,3491 | 0,698132 | 6,98809 | $6,7692 \cdot 10^{-4}$ |
| 0,6981 | 1,396263 | 1,39696 | $7,0146 \cdot 10^{-4}$ |
| 1,0472 | 2,094395 | 2,09428 | $1,1679 \cdot 10^{-4}$ |
| 1,3963 | 2,792527 | 2,79133 | $1,1951 \cdot 10^{-3}$ |
| 1,7453 | 3,490659 | 3,48943 | $1,2264 \cdot 10^{-3}$ |
| 2,0944 | 4,188790 | 4,18948 | $6,9433 \cdot 10^{-4}$ |
| 2,4435 | 4,886922 | 4,89006 | $3,1411 \cdot 10^{-3}$ |
| 2,7925 | 5,585054 | 5,58957 | $4,5152 \cdot 10^{-3}$ |
| 3,1416 | 6,283185 | 6,22588 | $5,7307 \cdot 10^{-2}$ |

Литература

1. Buterin S. A., Shieh C.-T., Yurko V. A. Inverse spectral problems for non-selfadjoint second-order differential operators with Dirichlet boundary conditions // *Boundary Value Problems*. 2013. 2013. P. 1–24.
2. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977. 735 с.
3. Садовничий В. А., Султанаев Я. Т., Ахтямов А. М. Обратные задачи Штурма–Лиувилля с нераспадающимися краевыми условиями. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2009. 184 с.
4. Perera U., Böckmann C. Solutions of Sturm-Liouville Problems // *Mathematics*. 2020. Vol. 8. P. 2074.
5. Kravchenko V. V. Direct and Inverse Sturm-Liouville Problems: A Method of Solution. Switzerland.; Cham: Birkhäuser, 2020. 153 p.
6. Ignatiev M. Yurko V. Numerical Methods for Solving Inverse Sturm-Liouville Problems // *Results in Mathematics*. 2008. Vol. 52. P. 63–74.
7. Юрко В. А. Введение в теорию обратных спектральных задач. М.: Физматлит, 2007. 384 с.
8. Коновалова Е. И., Яблокова Л. В. Численные методы математического анализа. Самара: Изд-во Самарского университета, 2022. 148 с.

NUMERICAL METHODS FOR SOLVING DIRECT AND INVERSE STURM–LIOUVILLE PROBLEMS

R. Abeldinov

The article proposes a method for solving the second-order direct Sturm–Liouville problem with Dirichlet boundary conditions on a finite interval, and an algorithm for this method based on dichotomy and Runge–Kutta methods is formulated. An algorithm based on the method of spectral mappings has been developed for the inverse Sturm–Liouville problem of the second order with similar boundary conditions and interval. For both tasks, programs were developed that implement the generated algorithms, and numerical experiments were conducted to solve test problems to demonstrate the correctness of the developed programs. The results showed that the solutions are consistent with analytical and asymptotic ones. Therefore, these algorithms can be used to solve direct and inverse problems.

Key words: the Sturm–Liouville problem of the second order; Runge–Kutta method; method of spectral mappings; spectral analysis; mathematical physics.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024 г.

УДК 004.421.5

МАКСИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАЦИОНАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

А. А. Федотов

В данной работе рассматривается рациональный генератор псевдослучайных чисел, естественное обобщение обратной конгруэнтной псевдослучайной последовательности. Рациональный генератор демонстрирует те же преимущества, что и классический обратный конгруэнтный метод, например, хорошую равномерность, отсутствие нежелательных статистических отклонений и, в целом, показывает отличные результаты при проверке на случайность. Кроме того, рациональный генератор имеет сравнимую скорость построения элементов последовательности, что и обратный конгруэнтный метод, и при этом определяется большим числом параметров, что увеличивает количество вариантов возможных построенных последовательностей. В работе доказывается критерий максимальной длины периода рационального генератора в случае простого модуля.

Ключевые слова: псевдослучайные последовательности; генерация чисел; критерий максимального периода; инверсная конгруэнтная последовательность; алгоритмические генераторы.

Под генератором псевдослучайных чисел понимаю машинный алгоритм, вычисляющий последовательность чисел, обладающую свойствами случайной последовательности, например, такими как частотоустойчивость, хаотичность, типичность и непредсказуемость [1]. Случайные числа находят огромное практическое применение в самых широких областях математики, начиная от численного анализа и заканчивая компьютерным программированием. При этом к качеству псевдослучайных генераторов предъявляются серьезные требования, поскольку от того, насколько «случайной» будет используемая последовательность зависит успех в решении той или иной задачи.

Традиционно псевдослучайные генераторы разделяют на аппаратные, табличные и алгоритмические [2]. Один из первых примеров алгоритмического генератора предложил Джон фон Нейман в 1946 году, его мысль заключалась в том, чтобы взять некое случайное число, возвести его в квадрат и выписать срединные цифры. Другие классические примеры генераторов псевдослучайных чисел – линейный конгруэнтный и линейный рекуррентный методы

(источники [3], [4] соответственно), а также линейный обратный конгруэнтный генератор. В настоящей работе будет рассмотрен еще один алгоритмический генератор, рациональный генератор, являющийся обобщением инверсного конгруэнтного генератора.

1. Обратный конгруэнтный генератор

Одним из классических методов генерации псевдослучайных чисел является обратный конгруэнтный генератор или генератор Айхенауэра–Лена.

Данный генератор основан на использовании обратного, по модулю числа для нахождения следующего элемента последовательности.

Определение 1. Обратной конгруэнтной последовательностью называется последовательность следующего вида:

$$X_{n+1} = (aX_n^{-1} + c) \pmod{p}, \quad (1)$$

где p – простое, $a, c \in \mathbb{N}$, $0 \leq a < p$, $0 \leq c < p$.

Элементы последовательности X_n принимают значения $\{0, 1, \dots, p-1, \infty\}$, а обращение определено как $0^{-1} = \infty$, $\infty^{-1} = 0$.

Будем в дальнейшем считать, что p – простое число.

Главной и наиболее трудоемкой задачей при построении этой последовательности является нахождение X_n^{-1} в конечном простом поле, сделать это можно используя, например, расширенный алгоритм Евклида.

Одним из основных качественных требований, предъявляемых к источнику псевдослучайных чисел, является достаточно большая длина периода, гарантирующая, что для данной решаемой задачи не произойдет быстрого заикливания. Более того, большая длина периода должна быть математически обоснованной. Подобные результаты об оценках длин периодов различных псевдослучайных последовательностей можно легко найти в литературе, например, [5]

Заметим, для любой последовательности $X_{n+1} = f(X_n) \pmod p$, где f – целочисленная функция, длина периода $\leq p$. Тогда для обратного конгруэнтного генератора можно утверждать, что длина его периода не превосходит числа всех различных элементов последовательности, то есть $p + 1$.

Напомним критерий максимальности длины периода обратной конгруэнтной последовательности. Следующая теорема была доказана Ю. Айхенауэром и Ю. Ленем в 1986 году, [6].

Теорема 1. *Последовательность (1), определяемая параметрами a, c, p, X_0 имеет максимальную длину периода, равную $p + 1$ тогда и только тогда, когда характеристический многочлен $f(x) = x^2 - cx - a$ удовлетворяет свойствам*

$$1) x^{p+1} \equiv b \pmod{f(x), p}, \text{ где } b \neq 0;$$

$$2) x^{\frac{p+1}{q}} \equiv bx + d \pmod{f(x), p}, \text{ где } q \text{ – любое простое число, такое, что } q \text{ делит } p + 1 \text{ и } b \neq 0.$$

Доказательство теоремы можно разбить на промежуточные этапы, которые удобно сформулировать в виде следующих лемм.

Лемма 1.

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ a & c \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} aq_{n-1} & q_n \\ aq_n & q_{n+1} \end{pmatrix},$$

при этом $q_0 = 0; q_1 = 1; q_{n+1} = cq_n + aq_{n-1}$.

В лемме 1 строится вспомогательная последовательность q_n . Следующая лемма 2 показывает, как произвольный элемент обратной конгруэнтной последовательности явно

выражается через элементы q_n .

Лемма 2. *Положим $X_{n+1} = aX_n^{-1} + c \pmod p$, тогда*

$$X_n = \frac{q_{n+1}X_0 + aq_n}{q_nX_0 + aq_{n+1}} \pmod p.$$

Далее, обозначим $f(x) = x^2 - ax - by$. Оказывается, что остаток при делении x^n на многочлен $f(x)$ зависит от элементов построенной выше вспомогательной последовательности.

Лемма 3. *Для любого натурального числа n имеет место*

$$x^n \pmod{f(x)} = q_nx + aq_{n+1}.$$

Ниже будет показано, как можно обобщить приведенные результаты.

2. Рациональный генератор

Рассмотрим следующее обобщение обратного конгруэнтного генератора.

Определение 2. *Рациональной последовательностью будем называть последовательность, определяемую следующим образом:*

$$X_{n+1} = \frac{aX_n + b}{cX_n + d} \pmod p, \quad (2)$$

где p – простое, $a, b, c, d \in N$. Обращение 0 и ∞ определяется также, как сказано выше.

Рассмотрим предыдущий член последовательности X_n ,

$$X_n = \frac{aX_{n-1} + b}{cX_{n-1} + d};$$

подставим в (2):

$$\begin{aligned} X_{n+1} &= \frac{a \frac{aX_{n-1} + b}{cX_{n-1} + d} + b}{c \frac{aX_{n-1} + b}{cX_{n-1} + d} + d} = \\ &= \frac{a(aX_{n-1} + b) + b(cX_{n-1} + d)}{c(aX_{n-1} + b) + d(cX_{n-1} + d)} = \\ &= \frac{(a^2 + bc)X_{n-1} + (ab + bd)}{(ac + cd)X_{n-1} + (bc + d^2)}. \end{aligned}$$

Рассмотрим матрицу

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix},$$

возведем ее в степень n , и обозначим элементы получившейся матрицы следующим

образом:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix},$$

считаем по определению $a_1 = a$; $b_1 = b$; $c_1 = c$; $d_1 = d$. Вычислим, как связаны элементы матриц A^n и A^{n+1} ,

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} a_{n+1} & b_{n+1} \\ c_{n+1} & d_{n+1} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^n \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} a_n a + b_n c & a_n b + b_n d \\ c_n a + d_n c & c_n b + d_n d \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Отсюда имеем

$$\begin{aligned} a_{n+1} &= a_n a + b_n c, & c_{n+1} &= c_n a + d_n c, \\ b_{n+1} &= a_n b + b_n d, & d_{n+1} &= c_n b + d_n d. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, доказано утверждение, которое является аналогом Леммы 1 для рационального генератора.

Утверждение 1. Для матрицы

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix}$$

элементы a_n, b_n, c_n, d_n вычисляются рекуррентно по формулам (3).

Следующее утверждение является переносом леммы 2 на случай рационального генератора.

Утверждение 2. Для рациональной последовательности, определенной в (2), имеет место

$$X_n = \frac{a_n X_0 + b_n}{c_n X_0 + d_n} \pmod{p}.$$

Доказательство данного утверждения проводится методом математической индукции.

База индукции очевидна, при $n = 1$ доказываемая формула совпадает с определением,

$$X_1 = \frac{a_1 X_0 + b_1}{c_1 X_0 + d_1} = \frac{a X_0 + b}{c X_0 + d} \pmod{p}.$$

Предположим, что доказываемое равенство верно для любых натуральных чисел, меньших n . По определению рациональной последовательности для любого n верно

$$X_n = \frac{a X_{n-1} + b}{c X_{n-1} + d}.$$

Далее, по предположению индукции верно

$$X_{n-1} = \frac{a_{n-1} X_0 + b_{n-1}}{c_{n-1} X_0 + d_{n-1}}$$

Подставим это представление X_{n-1} в последнюю формулу для X_n , раскроем скобки и приведем подобные слагаемые, сократим знаменатели:

$$X_n = \frac{(a_{n-1} a + b_{n-1} c) X_0 + (a_{n-1} b + b_{n-1} d)}{(c_{n-1} a + d_{n-1} c) X_0 + (c_{n-1} b + d_{n-1} d)}$$

Используя формулы (3), получим

$$X_n = \frac{a_n X_0 + b_n}{c_n X_0 + d_n} \pmod{p}.$$

Определим для рациональной последовательности следующие два характеристических многочлена

$$f(x, y) = x^2 - ax - by,$$

$$g(x, y) = xy - cx - dy.$$

Будем говорить, что многочлен $h(x_1, x_2, \dots, x_k)$ при делении на многочлены $q_1(x_1, x_2, \dots, x_k)$ и $q_2(x_1, x_2, \dots, x_k)$ дает остаток $r(x_1, x_2, \dots, x_k)$, если найдутся многочлены $h_1(x_1, \dots, x_k)$ и $h_2(x_1, \dots, x_k)$, такие, что

$$\begin{aligned} h(x_1, \dots, x_k) &= q_1(x_1, \dots, x_k) h_1(x_1, \dots, x_k) + \\ &+ q_2(x_1, \dots, x_k) h_2(x_1, \dots, x_k) + r(x_1, \dots, x_k) \end{aligned}$$

и суммарная степень $r(x_1, \dots, x_k)$ строго меньше, чем суммарная степень $h(x_1, \dots, x_k)$. Кроме того, при делении с остатком будем вычислять все числовые коэффициенты по простому модулю.

Утверждение 3. Одночлены x^{n+1} и $x^n y$ при делении с остатком на многочлены $f(x, y)$ и $g(x, y)$ в остатке дают следующие линейные функции:

$$x^{n+1} \equiv a_n x + b_n y \pmod{f(x, y), g(x, y), p}; \quad (4)$$

$$x^n y \equiv c_n x + d_n y \pmod{f(x, y), g(x, y), p}. \quad (5)$$

Доказательство. Так как вычисления проводятся по модулям $f(x, y)$ и $g(x, y)$, то можно отождествить $x^2 \equiv ax + by$ и $xy \equiv cx + dy$ по $\pmod{f(x, y), g(x, y), p}$.

Доказательство утверждения проведем по индукции. Сначала докажем сравнение (4).

База индукции тривиальна, действительно, при $n = 1$ имеем

$$x^2 \equiv ax + by = a_1 x + b_1 y.$$

Можно выполнить вычисления и для $n=2$:

$$\begin{aligned} x^3 &\equiv ax^2 + bxy = a(ax + by) + b(cx + dy) = \\ &= (a^2 + bc)x + (ab + bd)y = \\ &= a_2x + b_2y. \end{aligned}$$

Предположим, что для номера $n - 1$ доказываемое верно, т.е.

$$x^n \equiv a_{n-1}x + b_{n-1}y \pmod{f(x, y), g(x, y), p}.$$

Покажем, что верно и для n :

$$\begin{aligned} x^{n+1} &= xx^n \equiv x(a_{n-1}x + b_{n-1}y) = \\ &= a_{n-1}x^2 + b_{n-1}xy \equiv \\ &\equiv a_{n-1}(ax + by) + b_{n-1}(cx + dy) = \\ &= (a_{n-1}a + b_{n-1}c)x + \end{aligned}$$

$+(a_{n-1}b + b_{n-1}d)y \pmod{f(x, y), g(x, y), p}$,
используя формулы (3), последнее выражение можно заменить так

$$x^{n+1} \equiv a_nx + b_ny \pmod{f(x, y), g(x, y), p}.$$

Аналогично доказывается сравнение (5).

База проверяется очевидно:

$$xy \equiv cx + dy = c_1x + d_1y;$$

$$\begin{aligned} x^2y &= xxy \equiv x(cx + dy) = cx^2 + dxy \equiv \\ &\equiv c(ax + by) + d(cx + dy) = \\ &= cax + cby + dcx + ddy = \\ &= (ca + dc)x + (cb + dd)y = \\ &= c_1x + d_1y \pmod{f(x, y), g(x, y), p}. \end{aligned}$$

Аналогично выполняется шаг индукции,

$$\begin{aligned} x^ny &= xx^{n-1}y \equiv x(c_{n-1}x + d_{n-1}y) = \\ &= c_{n-1}x^2 + d_{n-1}xy \equiv \\ &\equiv c_{n-1}(ax + by) + d_{n-1}(cx + dy) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= c_{n-1}ax + c_{n-1}by + d_{n-1}cx + d_{n-1}dy = \\ &= (c_{n-1}a + d_{n-1}c)x + \end{aligned}$$

$$+(c_{n-1}b + d_{n-1}d)y \pmod{f(x, y), g(x, y), p},$$

из формул (3), получаем

$$x^ny \equiv c_nx + d_ny \pmod{f(x, y), g(x, y), p}.$$

Полученные промежуточные утверждения о свойствах рационального генератора позволяют перейти к теореме о длине максимального периода, аналогичной теореме 1.

Теорема 2. *Последовательность (2) имеет максимальный период равный $p + 1$ в*

том и только в том случае, если для многочленов $f(x, y) = x^2 - ax - by$ и $g(x, y) = xy - cx - dy$ выполняются условия

$$1) x^{p+2} \equiv kx \pmod{f(x, y), g(x, y), p};$$

2) для любого простого q , делящего $(p + 1)$, имеет место

$$x^{\frac{p+1}{q}+1} \equiv kx + ly \pmod{f(x, y), g(x, y), p},$$

где $l \neq 0$.

Доказательство. Сначала докажем необходимость. Обозначим через λ длину периода рациональной последовательности (2). Пусть последовательность (2) имеет период $p + 1$, тогда $X_{p+1} = X_0$ или, другими словами, выполняется

$$X_0 = \frac{a_{p+1}X_0 + b_{p+1}}{c_{p+1}X_0 + d_{p+1}}.$$

Если $\lambda = p + 1$, то в периоде встречаются все возможные значения: $\infty, 0, 1, \dots, p - 1$. Тогда без ограничения общности можно считать, что $X_0 = 0$. Значит

$$\frac{b_{p+1}}{d_{p+1}} = 0,$$

то есть $b_{p+1} = 0, d_{p+1} \neq 0$. Из утверждения 3 следует

$$\begin{aligned} x^{p+2} &\equiv a_{p+1}x + b_{p+1}y \pmod{f(x, y), g(x, y), p} \\ &= a_{p+1}x \pmod{f(x, y), g(x, y), p}, \end{aligned}$$

получили первое условие в формулировке теоремы.

Покажем, что также выполняется второе условие. Предположим противное, пусть для некоторого простого q , делящего $(p + 1)$, верно

$$x^{\frac{p+1}{q}+1} \equiv kx \pmod{f(x, y), g(x, y), p}.$$

Значит из утверждения 3 имеем

$$x^{\frac{p+1}{q}+1} \equiv \frac{a_{p+1}x}{q} \pmod{f(x, y), g(x, y), p}$$

и $b_{p+1} = 0$. Из утверждения 2 следует, что при $X_0 = 0$ выполняется

$$X_{p+1} = \frac{b_{p+1}}{d_{p+1}} = 0 \pmod{p}.$$

Получаем, что $X_{\frac{p+1}{q}} = X_0$ и, значит, период $\lambda < p + 1$, противоречие. Окончательно получаем, что условие $\lambda = p + 1$ влечет выполнение условий 1 и 2 теоремы.

Докажем в обратную сторону. Пусть λ – период рациональной последовательности, и выполняются условия 1 и 2. Покажем, что $\lambda = p + 1$.

Предположим, что $\lambda < p + 1$, тогда при $X_0 = 0$ имеем $X_\lambda = X_0 = 0$, следовательно,

$$X_\lambda = \frac{b_\lambda}{d_\lambda} = 0.$$

Из последнего получаем $b_\lambda = 0, d_\lambda \neq 0$, значит в силу утверждения 3 имеет место

$$x^{\lambda+1} \equiv a_\lambda x + b_\lambda y = a_\lambda x \pmod{f(x, y), g(x, y), p}.$$

Так как

$$x^{p+2} \equiv a_{p+1}x + b_{p+1}y \pmod{f(x, y), g(x, y), p},$$

то из условия теоремы 1, $x^{p+2} \equiv a_{p+1}x$ вытекает $b_{p+1} = 0$.

Тогда

$$X_{p+1} = \frac{b_{p+1}}{d_{p+1}} = 0,$$

откуда получаем, что λ делит $p + 1$. Таким образом, можно считать, что $\lambda = \frac{p+1}{q}$ для некоторого q , делящего $p + 1$. Из этого следует

$$\begin{aligned} x^{\lambda+1} &= x^{\frac{p+1}{q}+1} \equiv a_{\frac{p+1}{q}}x + b_{\frac{p+1}{q}}y = \\ &= a_\lambda x + b_\lambda y = \\ &= a_\lambda x \pmod{f(x, y), g(x, y), p}, \end{aligned}$$

что противоречит условию 2, поскольку коэффициент перед переменной y равен нулю:

$b_\lambda = 0$. Значит предположение $\lambda < p + 1$ не верно, и теорема доказана.

Заключение

Приведённое в заметке доказательство критерия максимальной длины периода рассмотренной рациональной последовательности позволяет утверждать, что введенный рациональный генератор имеет максимально возможную длину периода и тем самым удовлетворяет одному из основных требований, которые предъявляются к псевдослучайным последовательностям. В процессе работы рациональный генератор был успешно протестирован на случайность с помощью классических методов Пирсона, Колмогорова-Смирнова, а также показал хорошие результаты при проверке критериями перестановок, максимум- t и монотонности. Поэтому можно утверждать о возможности практического использования рационального генератора наравне с обратным конгруэнтным.

Литература

1. Успенский В. А. Четыре алгоритмических лица случайности. М.: Московский центр непрерывного математического образования, 2009. 48 с.
2. Слеповичев И. И. Генераторы псевдослучайных чисел. М.: Саратов, СГУ, 2017. 118 с.
3. Lehmer D. H. Mathematical Methods in Large-Scale Computing Units // The Annals of the Computation Laboratory of Harvard University. 1951. Vol. 26. P. 141–146.
4. Alanen J., Knuth D. Tables of Finite Fields // Sankhya: The Indian Journal of Statistics Series. 1964. Vol. 26 (4). P. 305–328.
5. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Получисленные алгоритмы. М.: Вильямс, 2001. Т. 2. 832 с.
6. Lehm J., Eichenauer J. A non-linear congruential pseudo random number generator // Statistische Hefte. 1986. Vol. 27. S. 315–326.

THE MAXIMUM PERIOD OF A RATIONAL RANDOM NUMBERS GENERATOR

A. A. Fedotov

In this paper, considered a rational random number generator, a natural generalization of the inverse congruent random sequence. The rational generator demonstrates the same advantages as the classical inverse congruent method, for example, good uniformity, absence of undesirable statistical deviations and, in general, shows excellent results when checking for randomness. In addition, a rational generator has a comparable speed of constructing sequence elements, as does the inverse congruent method, and at the same time is determined by a large number of parameters, which increases the number of possible constructed sequences. The paper proves the criterion of the maximum length of the period of a rational generator in the case of a simple module.

Key words: random sequences; generating numbers; maximum period criterion; inverse congruent sequence; algorithmic generators.

Статья поступила в редакцию 22.05.2024 г.

УДК 519.624.2

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ НА ГРАФАХ

Д. Р. Хисматов

В данной работе изучены спектральные характеристики оператора Штурма-Лиувилля на графе-звезде, состоящим из четырёх вершин и трёх рёбер, с условиями в граничных вершинах типа Дирихле-Неймана. Доказана теорема об асимптотике собственных значений рассматриваемого оператора. Она заключается в том, что оператор имеет счетное множество собственных значений. Причём эти собственные значения можно занумеровать так, чтобы для них выполнялись асимптотические формулы. Разработан численный метод нахождения собственных значений и собственных функций оператора. Проведен вычислительный эксперимент, демонстрирующий корректность разработанных численных методов и показывающий выполнение доказанных асимптотических формул.

Ключевые слова: квантовый граф; оператор Штурма-Лиувилля; смешанные условия; условия Дирихле-Неймана; собственные значения; собственные функции; численный метод; асимптотические формулы; граф-звезда.

В статье исследуется задача Штурма-Лиувилля на графе-звезде. Рассмотрим следующий граф Γ , состоящий из трёх рёбер и четырёх вершин вида, представленного на рисунке 1.

Пусть длины всех рёбер равняются π , а ассоциированные с ними переменные $x_j, j = \overline{1,3}$ изменяются от граничных вершин (v_1, v_2, v_3) в сторону внутренней (v_4), то есть в граничных вершинах $x_j = 0$, а во внутренней $x_j = \pi$. На каждом ребре e_j также зададим функции $y_j(x_j)$, удовлетворяющие следующим условиям склейки:

$$y_1(\pi) = y_2(\pi) = y_3(\pi), \quad (1.1)$$

$$y_1'(\pi) + y_2'(\pi) + y_3'(\pi) = 0, \quad (1.2)$$

$$y_1'(0) = 0, y_2(0) = y_3(0) = 0. \quad (1.3)$$

Зададим на ребрах графа уравнения Штурма-Лиувилля:

$$-y_j'' + q_j(x_j)y_j = \lambda y_j, \quad (1.4)$$

где $j = \overline{1,3}$, $x_j \in [0, \pi]$, $q_j(x_j)$ – вещественная функция на ребре e_j , именуемая потенциалом, λ – спектральный параметр.

Статья посвящена исследованию свойств собственных значений и собственных функций системы уравнений Штурма-Лиувилля (1.4) с краевыми условиями (1.1)–(1.3) при помощи аналитических и численных методов. Дифференциальные операторы на

графах, также называемые квантовыми графами, впервые начали применяться химиками для моделирования органических молекул [2]. В настоящее время квантовые графы активно находят приложения и в различных других математических моделях, например, в качестве моделей распространения волн в тонких структурах [3] или малых поперечных колебаний сетки из струн [4]. Свойства оператора Штурма-Лиувилля на графе-звезде исследовались в других работах, но в основном для условий Дирихле или Неймана: так, в частности, в [5] были получены асимптотики собственных значений задачи Штурма-Лиувилля на графе-звезде с условиями Дирихле.

В данной работе мы попытаемся доказать теорему об асимптотиках собственных значений задачи Штурма-Лиувилля на графе-звезде с краевыми условиями Дирихле-Неймана (1.1)–(1.3), а также разработать численные методы нахождения собственных значений и собственных функций, а также провести численный эксперимент с использованием этих методов. В числе используемых подходов в численных методах можно выделить метод Рунге-Кутты четвёртого порядка, метод дихотомии и метод нахождения ядра матрицы при помощи сингулярного разложения.

© Хисматов Д. Р., 2024.

Хисматов Дамир Русланович (2021-01970@students.ssau.ru), студент III курса института информатики и кибернетики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

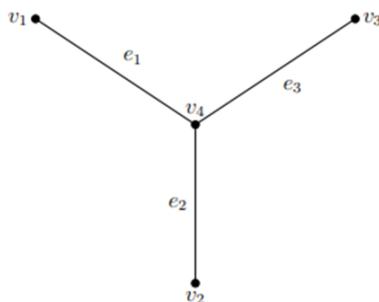


Рис. 1. Топология рассматриваемого графа [1]

Постановка задачи

Перейдём к заданию дифференциального оператора на графе. Рассмотрим следующее пространство:

$$L_2(\Gamma) = \bigoplus_{j=1}^3 L_2[0, \pi].$$

Иначе говоря, $L_2(\Gamma)$ – пространство вектор-функций $y = [y_j]_{j=1}^3$, где каждая компонента y_j задана на ребре e_j принадлежит классу $L_2[0, \pi]$.

Рассмотрим оператор $L : \mathcal{D}(L) \rightarrow L_2(\Gamma)$ с областью определения

$$\mathcal{D}(L) = \left\{ y \in W_2^2(\Gamma) : y \text{ удовлетворяет (1.1) – (1.3)} \right\},$$

действующий по правилу

$$(Ly)_j = -y_j'' + q_j(x_j)y_j, j = \overline{1,3}.$$

Полученный оператор называется оператором Штурма-Лиувилля на графе.

Здесь под $W_2^2(\Gamma)$ мы понимаем множество функций y на графе Γ , таких, что каждая компонента y_j принадлежит соответствующему классу $W_2^2[0, \pi]$. $W_2^2[0, \pi]$ определяется следующим образом:

$$W_2^2[0, \pi] = \left\{ f : f, f' \in AC[0, \pi], f'' \in L_2(0, \pi) \right\}.$$

То есть это класс функций, абсолютно непрерывных вместе с первой и со второй производными из класса L_2 на отрезке $[0, \pi]$.

Собственными значениями оператора L на графе Γ называются значения параметра λ , при которых уравнение

$$Ly = \lambda y \quad (2.1)$$

имеет нетривиальные решения $y \in \mathcal{D}(\Gamma)$, называемые собственными функциями.

Асимптотические формулы для собственных значений

Основным результатом, полученным в ходе проделанной работы, является доказательство следующей теоремы:

Теорема 1.

Оператор L имеет счётное множество собственных значений, которые можно занумеровать как $\{\lambda_{nk}\}_{n \in \mathbb{N} \cup \{0\}, k = \overline{1,3}}$ с учетом кратностей, так чтобы для $\rho_{nk} := \sqrt{\lambda_{nk}}$ выполнялись асимптотические формулы

$$\rho_{n1} = \frac{1}{\pi} \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} + n + O(n^{-1}), n \rightarrow +\infty, \quad (3.1)$$

$$\rho_{n2} = -\frac{1}{\pi} \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} + (n+1) + O(n^{-1}),$$

$$n \rightarrow +\infty, \quad (3.2)$$

$$\rho_{n3} = (n+1) + O(n^{-1}), n \rightarrow +\infty. \quad (3.3)$$

Доказательство данной теоремы в целом подобно доказательству, изложенному в [1], аналогичной теореме для графа с условиями в граничных вершинах типа Дирихле, так что в настоящей работе оно не будет приведено.

Отметим, что главная часть в формулах (3.1)–(3.3) соответствует собственным значениям оператора L с нулевыми потенциалами, взятыми под знаком квадратного корня, а именно:

$$\rho_{n1}^0 = \frac{1}{\pi} \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} + n,$$

$$\rho_{n2}^0 = -\frac{1}{\pi} \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} + (n+1),$$

$$\rho_{n3}^0 = n+1.$$

Таким образом, члены последовательностей ρ_{nk} оператора L с произвольными потенциалами по мере увеличения n оказываются всё ближе к членам последовательности ρ_{nk}^0 , причём разница между ними убывает как $O(n^{-1})$.

Численный метод нахождения собственных значений

Данный раздел посвящён описанию численного метода нахождения собственных значений дифференциального оператора L .

Для дальнейшего изложения также потребуются понятия решений типа косинуса и синуса, характеристического определителя.

Общее решение дифференциального уравнения $-y_j'' + q_j y_j - \lambda y_j = 0$ для фиксированного j имеет следующий вид [1]:

$$y_j = A_j(\lambda)C_j(x_j, \lambda) + B_j(\lambda)S_j(x_j, \lambda), \quad (4.1)$$

где S_j, C_j – решения типа синуса и косинуса, соответственно, такие, что

$$S_j(0, \lambda) = 0, S_j'(0, \lambda) = 1, C_j(0, \lambda) = 1, C_j'(0, \lambda) = 0. \quad (4.2)$$

Подставляя (4.1) в (1.1)-(1.3), получим однородную систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), представимую в следующем матричном виде:

$$T(\lambda)\bar{c} = 0, \quad (4.3)$$

где $T(\lambda)$ – 6×6 матрица, элементами которой являются значения функций $\pm C_j^{(v)}(x_j, \lambda)$, $\pm S_j^{(v)}(x_j, \lambda)$, $v = \{0, 1\}$, $x_j = \{0, \pi\}$, а \bar{c} – вектор-столбец коэффициентов $A_j(\lambda)$ и $B_j(\lambda)$. Определитель данной системы обозначим $\Delta(\lambda)$ и будем называть характеристическим определителем. Заметим также, что $\Delta(\lambda)$ может быть вычислен и как определитель матрицы 3×3 следующим образом:

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} C_1(\pi, \lambda) & -S_2(\pi, \lambda) & 0 \\ 0 & S_2(\pi, \lambda) & -S_3(\pi, \lambda) \\ C_1'(\pi, \lambda) & S_2'(\pi, \lambda) & S_3'(\pi, \lambda) \end{vmatrix}. \quad (4.4)$$

Действительно, подставив (4.1) в (1.3) и приняв во внимание (4.2), можно убедиться, что $B_1(\lambda) = 0$, $A_{2,3}(\lambda) = 0$, и, таким образом, прийти к системе с тремя неизвестными, определитель которой будет соответствовать (4.4).

Численный метод основывается на следующей теореме [1]:

Теорема 2. Собственные значения оператора L на графе совпадают с нулями характеристического определителя $\Delta(\lambda)$.

Таким образом, задача поиска собственных значений оператора L сводится к задаче поиска корней характеристического определителя.

Собственные значения λ (и, соответственно, корни характеристического определителя) будем искать на заданном проме-

жутке $[a, b]$. Так как отрезок $[a, b]$ может содержать внутри себя сразу несколько собственных значений, то разобьём его на несколько более мелких отрезков фиксированной длины h каждый и будем искать по одному собственному значению уже внутри каждого такого отрезка. Значение h следует подбирать таким образом, чтобы предполагаемое расстояние между любыми двумя подряд идущими собственными значениями не было меньше h . Для компактности описания алгоритма сделаем предположение о том, что $\frac{b-a}{h}$ – целое число.

Перейдем к непосредственно описанию самого алгоритма.

Алгоритм 1.

1) Инициализируем $\Lambda = \emptyset$ – множество собственных значений на $[a, b]$.

2) Вычисляем $\Delta(a)$ и $\Delta(a + h)$ по формуле (4.4). Если вычисленные значения имеют различные знаки, то переходим к шагу 3, иначе – к шагу 5.

3) Находим корень λ функции $\Delta(\lambda)$ в промежутке $[a, a + h]$ при помощи алгоритма бинарного поиска.

4) Добавляем λ во множество Λ : $\Lambda = \Lambda \cup \{\lambda\}$.

5) Если $a + h < b$, то $a = a + h$ и переходим к шагу 2, иначе завершаем алгоритм.

По окончанию алгоритма множество Λ будет содержать в себе все найденные на промежутке $[a, b]$ собственные значения.

Для поиска корней не является обязательным использование именно алгоритма бинарного поиска – можно использовать любой другой метод поиска корней уравнения нулевого порядка (использование методов более высоких порядков влечёт за собой дополнительные затраты на вычисление производных $\Delta(\lambda)$, так что их применение не рекомендуется).

Для вычисления значений характеристического определителя $\Delta(\lambda)$ необходимо получить значения $C_j^{(v)}(\pi, \lambda)$, $S_j^{(v)}(\pi, \lambda)$, $v = \{0, 1\}$. Для этого рассмотрим для фиксированного j следующее уравнение:

$$-y_j'' + q_j y_j - \lambda y_j = 0.$$

Переходя к эквивалентной системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, получим:

$$\begin{cases} u'_{j1} = u_{j2}, \\ u'_{j2} = q_j(x_j)u_{j1} - \lambda u_j, \end{cases} \quad (4.5)$$

где $u_{j1} = y_j$, $u_{j2} = y'_j$. Численно находя решение этой системы, например, методом Рунге-Кутта четвертого порядка, с различным набором начальных условий (соответствующих (4.2)), получим все требуемые значения.

Численный метод поиска собственных функций

Будем искать собственные функции для заданного собственного значения λ_0 . Так как λ_0 – собственное значение оператора L , то, согласно теореме 2, $\Delta(\lambda_0) = 0$. Следовательно, система (4.3) имеет множество нетривиальных решений, которые образуют линейное подпространство в \mathbb{R}^3 . Очевидно, что каждому такому решению будет соответствовать своя собственная функция. Действительно, отыскав решение нетривиальное системы (4.3), подставим его в (4.1) для каждого ребра. Полученная функция, в силу построения, будет удовлетворять (1.1)–(1.3) и являться собственной для оператора L . Таким образом, мы свели задачу нахождения собственной функции для заданного собственного значения к задаче поиска нетривиального решения системы (4.3).

Опишем, наконец, и сам алгоритм поиска собственных функций.

Алгоритм 2.

1) Инициализируем $\Sigma = \emptyset$ – множество линейно независимых решений системы (4.3) и зададим некоторое значение $\varepsilon > 0$.

2) Находим сингулярное разложение матрицы системы (4.3) при заданном λ_0 :

$$T(\lambda_0) = S \cdot V \cdot D.$$

3) Инициализируем $i = 1$.

4) Если $|V_{ii}| \leq \varepsilon$, то добавляем в Σ соответствующую i -ю строку матрицы D :

$$\Sigma = \Sigma \cup \{D_i\}.$$

5) Если $i < 3$, то $i = i + 1$ и переходим к шагу 4, иначе переходим к шагу 6.

6) Находим для каждого ребра решения $S_j(x_j, \lambda_0)$ и $C_j(x_j, \lambda_0)$ в виде сеточных функций при помощи метода Рунге-Кутта, как это описано в предыдущем разделе.

7) Поставляем для каждого элемента множества Σ в соответствие собственную функцию по формуле (4.1) и образуем таким образом множество собственных функций. Конец алгоритма.

По завершению алгоритма мы получим множество собственных функций для заданного собственного значения λ_0 в виде сеточных функций.

Выбор значения ε обуславливается тем, насколько малым по модулю должно быть значение, чтобы его можно было считать равным нулю. Эмпирически, для чисел с плавающей точкой двойной точности было получено оптимальное значение для этого параметра, равное $\Delta(\lambda_0) \cdot 100$.

Для уменьшения количества вычислений разумным решением будет рассмотрение вместо матрицы системы 6×6 $T(\lambda_0)$ матрицы 3×3 следующего вида:

$$\begin{pmatrix} C_1(\pi, \lambda) & -S_2(\pi, \lambda) & 0 \\ 0 & S_2(\pi, \lambda) & -S_3(\pi, \lambda) \\ C'_1(\pi, \lambda) & S'_2(\pi, \lambda) & S'_3(\pi, \lambda) \end{pmatrix}.$$

Обоснование возможности перехода к матрице меньшей размерности обсуждалось в предыдущем разделе.

Численный эксперимент

Алгоритмы 1 и 2, описанные в настоящей статье, были реализованы на языке программирования C++ с использованием библиотек Boost.Odeint (метод Рунге-Кутта), Mathter (сингулярное разложение) и Matplotlib++ (визуализация графиков). В ходе численного эксперимента были получены последовательности собственных значений на промежутке $[-2; 1000]$ и собственные функции для одного из найденных собственных значений трёх графов ($\Gamma_0, \Gamma_1, \Gamma_2$) со следующими потенциалами:

$$q_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, q_1 = \begin{pmatrix} x_1 \\ -x_2 \\ -\sqrt{x_3} \end{pmatrix}, q_2 = \begin{pmatrix} \sin x_1 \\ \exp(-x_2) \\ \exp(-x_3^2) \end{pmatrix}.$$

Первые десять полученных собственных значений представлена в таблице 1.

Таблица 1

Собственные значения графов $\Gamma_0, \Gamma_1, \Gamma_2$

| n | Собственные значения графа | | |
|----|----------------------------|------------|------------|
| | Γ_0 | Γ_1 | Γ_2 |
| 1 | 0,0924687 | -1,19557 | 0,4381 |
| 2 | 0,484295 | -0,378909 | 0,889594 |
| 3 | 1 | 0,994314 | 1,20335 |
| 4 | 1,70064 | 1,18983 | 2,10342 |
| 5 | 2,87612 | 2,64586 | 3,35194 |
| 6 | 4 | 3,65567 | 4,28255 |
| 7 | 5,30882 | 5,07194 | 5,76112 |
| 8 | 7,26795 | 7,59825 | 7,73869 |
| 9 | 9 | 7,82122 | 9,2913 |
| 10 | 10,917 | 10,7849 | 11,3747 |

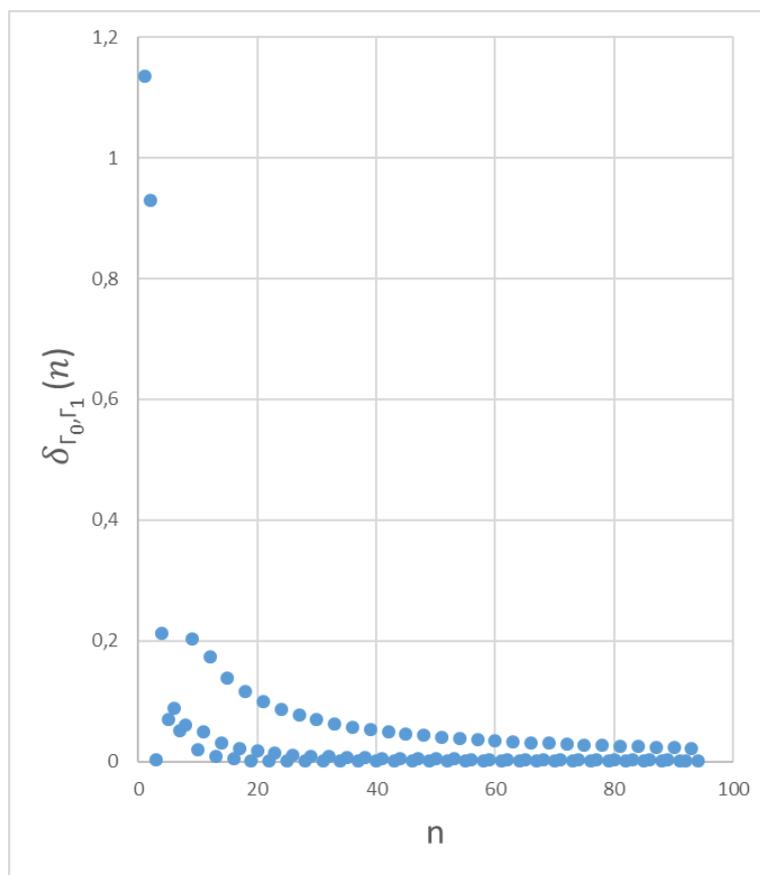


Рис. 2. Демонстрация выполнения асимптотических формул для графа Γ_1

По таблице хорошо видно выполнение асимптотических формул (3.1)–(3.3) из теоремы 1. Качественно их выполнение ещё более наглядно можно проследить на рисунке 2, где показана зависимость модуля разности между квадратными корнями собственных значений графов Γ_0 и Γ_1 от номера n :

$$\delta_{\Gamma_0, \Gamma_1}(n) = \left| \sqrt{\lambda_n^0} - \sqrt{\lambda_n^1} \right|,$$

где λ_n^0 и λ_n^1 – собственные значения графов Γ_0 и Γ_1 , соответственно.

Графики компонент собственных функций представлены на рисунке 3.

На графике хорошо видно выполнение условий (1.1) и (1.3) для всех трёх компонент вектор-функции.

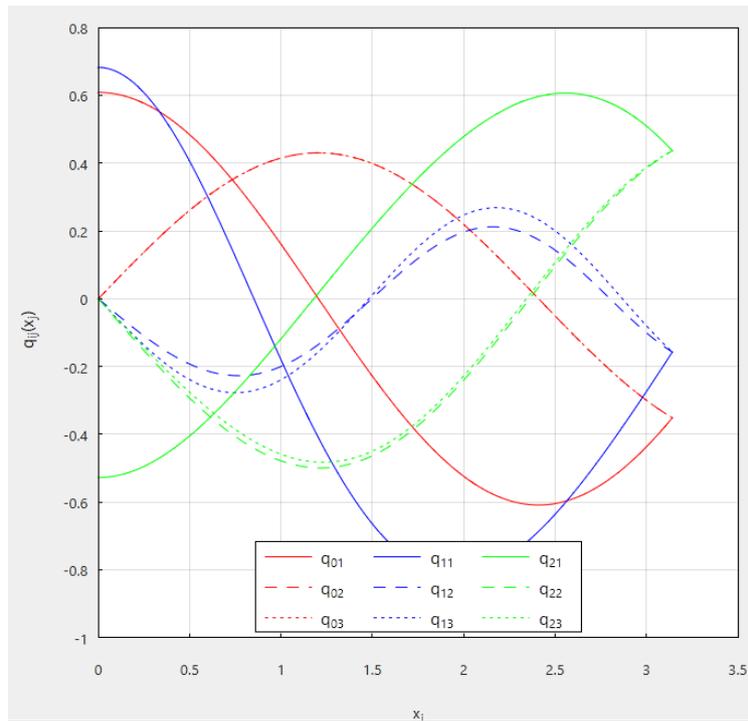


Рис. 3. Графики компонент собственных функций графов Γ_0 (красный), Γ_1 (синий), Γ_2 (зелёный)

Заключение

В данной работе были изучены спектральные характеристики оператора Штурма-Лиувилля на графе-звезде, состоящим из четырёх вершин и трёх рёбер, с условиями в граничных вершинах типа Дирихле-Неймана. Были получены асимптотические формулы для собственных значений рассматриваемого оператора с произвольным потенциалом. На основе полученных формул был сделан вывод о стремлении квадратных корней из собственных значений оператора с произвольным вещественным потенциалом к квадратным корням из собственных значений оператора с нулевым потенциалом. Были разработаны численные методы нахождения собственных значений и собственных функций оператора, которые впоследствии были реализованы на ЭВМ. Был проведен численный эксперимент, демонстрирующий корректность разработанных численных методов и показывающий выполнение доказанных асимптотических формул.

Разработанные алгоритмы могут быть перенесены на графы с отличной от рассматриваемой в данной работе топологией и

различными условиями в граничных вершинах.

Литература

1. Бондаренко Н. П. Квантовые графы [Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://drive.google.com/file/d/0By75DYEysfYQWk92UEZSdUFhcjA/view?usp=sharing&resourcekey=0-PuVMiCS048vVthojk2TTgA> (дата обращения: 23.05.2024).
2. Ruedenberg K., Scherr C. W. Free-Electron Network Model for Conjugated Systems. I. Theory // The Journal of Chemical Physics. 1953. Vol. 21. P. 1565–1581.
3. Kuchment P. Graph models for waves in thin structures // Waves in Random Media. 2002. Vol. 12 (4). P. 24.
4. Дифференциальные уравнения на геометрических графах / под ред. Е. Ю. Ходан. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 272 с.
5. Möller M., Pivovarchik V. Spectral Theory of Operator Pencils, Hermite-Biehler Functions, and their Applications. Springer International Publishing Switzerland, 2015. 418 p.

SPECTRAL ANALYSIS OF DIFFERENTIAL OPERATORS ON GRAPHS

D. R. Khismatov

In this work, the spectral characteristics of the Sturm-Liouville operator on a star graph with four vertices and three edges have been studied. The boundary conditions in the vertices have been set to be of the Dirichlet-Neumann type. A theorem on the asymptotics of the eigenvalues of the considered operator has been proved. It states that the operator has a countable set of eigenvalues. Moreover, these eigenvalues can be numbered so that they satisfy asymptotic formulas. A numerical method for finding the eigenvalues and eigenfunctions of the operator has been developed. A computational experiment has been conducted that demonstrates the correctness of the developed numerical methods and shows the fulfillment of the proved asymptotic formulas.

Key words: quantum graph; Sturm-Liouville operator; mixed conditions; Dirichlet-Neumann conditions; eigenvalues; eigenfunctions; numerical method; asymptotic formulas; star graph.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.914

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЯЧЕЙКИ «ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ МГТД»

М. В. Загорин, О. Б. Сенацкая

В данной работе представлены этапы разработки модели интеллектуальной производственной ячейки для фрезерной обработки импеллеров малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД) в программном комплексе R-Pro. Созданы две модели: для крупного производства (10 000 деталей в год) и малого производства (500 деталей в год). Описаны логистика, выбор оборудования и программа управления роботом, обеспечивающие автоматизацию производственного процесса. Проведен анализ эффективности предложенных моделей, который подтверждает их пригодность для последующего проектирования и внедрения в реальное производство. Результаты моделирования демонстрируют возможность значительного повышения производительности и сокращения затрат, что делает представленные решения перспективными для применения в современной промышленности.

Ключевые слова: цифровой двойник; робот-манипулятор; виртуальная фабрика; автоматизация процессов; имитационное моделирование; организация производства.

На данный момент в интересах промышленных партнеров на территории Самарского университета создается киберфизическая роботизированная фабрика по разработке и производству малоразмерных газотурбинных двигателей. В ней предусмотрены три иерархических уровня: цифровая фабрика – умная фабрика – виртуальная фабрика. Наши разработки относятся ко второму уровню (умная фабрика), где основной задачей стоит создание интеллектуальных производственных ячеек.

Цель работы - создание системы управления интеллектуальной роботизированной ячейкой, позволяющей эффективно управлять ресурсами, по запросу предоставлять заготовки импеллера и инструменты в обрабатывающий центр, минимизируя временные задержки и повышая общую производительность при создании МГТД.

Первый этап решения этой задачи нацелен на проработку модели производственной ячейки в программе Visual Components с использованием русификатора R-Pro. Visual Components может применяться для проектирования, оптимизации, а также дальнейшего программирования роботизированных комплексов (в том числе и коллаборативных), что показывает в своей работе Д. С. Петренко [1].

1 Разработка модели интеллектуальной производственной ячейки

В ходе выполнения научной работы была разработана виртуальная модель интеллектуальной производственной ячейки "Фрезерная обработка МГТД".

Данная ячейка нацелена на автоматизацию процесса обслуживания фрезерного станка, включая загрузку заготовок, выгрузку готовых изделий импеллера, обслуживание

складской системы и взаимодействие с оператором. Целью разработки служит достижение производительности в 500 готовых изделий в год.

1.1 Описание работы ячейки

Основными элементами интеллектуальной производственной ячейки являются:

- 1) Склад для хранения заготовок и готовых изделий в унифицированной таре
- 2) Робот-манипулятор
- 3) Линейный трек, обеспечивающий горизонтальное перемещение манипулятора вдоль склада
- 4) Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ
- 5) Рабочие области для работа манипулятора (верстаки) для временного размещения унифицированной тары во время работы и для взаимодействия с оператором.

Общий вид ячейки в программном компоненте R-Pro представлен на рисунке 1.

Склад заранее заполнен пустой унифицированной тарой с ложементом под заготовку. Пополнение склада производится опе-

ратором. По запросу с панели оператора манипулятор выгружает тару со склада на свою рабочую область (верстак). Оператор укладывает заготовку в тару, после чего манипулятор переносит ее на стеллаж и текущее состояние склада в системе 1С обновляется.

Процедура загрузки склада заготовками повторяется в соответствии с производственным заданием на рабочую смену.

Далее интеллектуальная производственная ячейка начинает работу по технологической схеме для выбранных деталей.

Манипулятор выгружает унифицированную тару с заготовкой со склада и ставит ее на рабочую область для промежуточного хранения.

Так как для разных операций (загрузка малого импеллера, загрузка большого импеллера, загрузка инструмента, работа с унифицированной тарой) используются разные типы захватов, то после операции выгрузки со склада, робот-манипулятор отправляется к устройству смены инструмента, где меняет захват на подходящий для следующей операции.

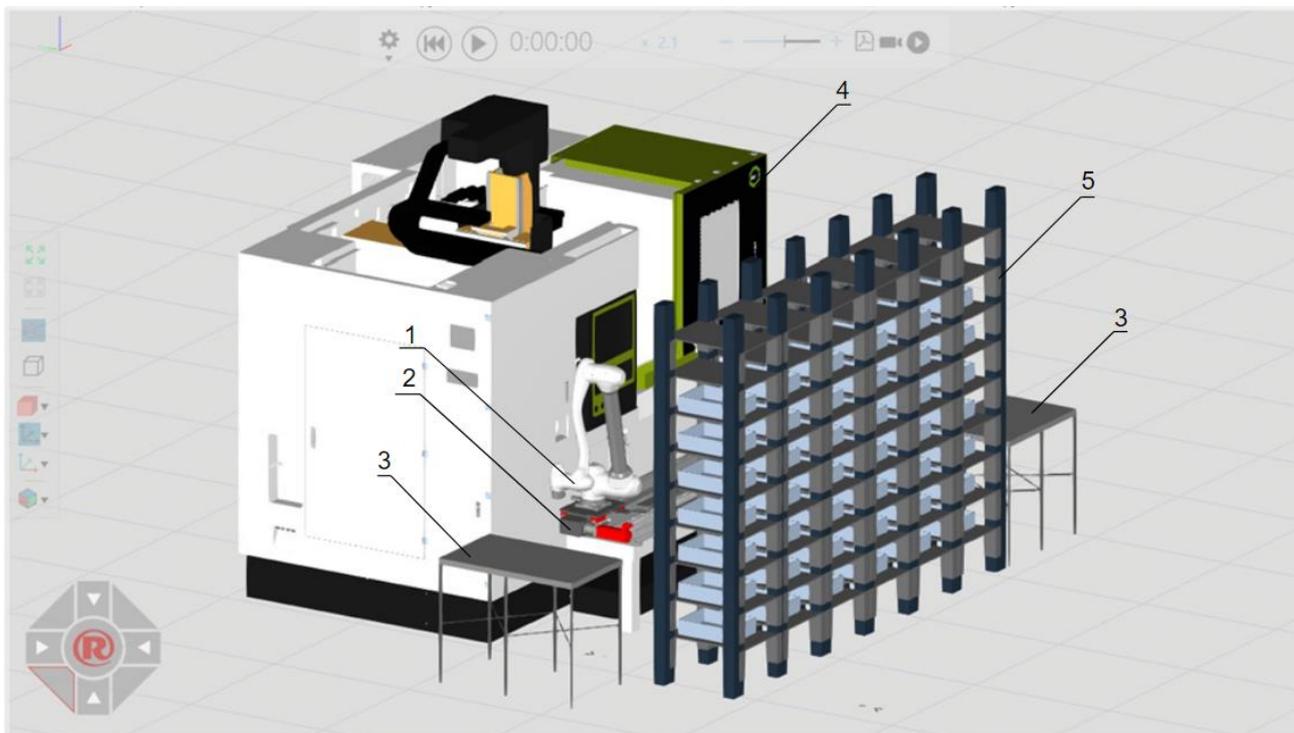


Рис. 1. Модель интеллектуальной производственной ячейки:

- 1 – робот-манипулятор; 2 – линейный трек для робота;
3 – рабочие поверхности для робота; 4 – фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ;
5 – склад с унифицированной тарой**

После взятия заготовки робот перемещается по линейному треку к станку, подает сигнал на открытие дверцы станка, устанавливает заготовку в патрон и подает сигнал на сжатие кулачков патрона. Далее дверь закрывается и запускается программа обработки в станке. Одновременно с этим робот-манипулятор возвращает унифицированную тару в соответствующую ячейку склада и ожидает последующих операций.

Обработанная деталь извлекается роботом-манипулятором из обрабатывающего центра и помещается в ту же ячейку, из которой она была извлечена заготовка.

1.2 Шаги разработки имитационной модели

Рассмотрим подробнее процесс создания имитационной модели.

Работа всей интеллектуальной производственной ячейки в значительной степени определяется программным кодом для робота-манипулятора.

Пример программного кода манипулятора для нашей системы можно увидеть на рисунке 2.

Программа написана преимущественно для линейных перемещений между точками, чтобы обеспечить более высокую точность позиционирования и избежать столкновения с компонентами системы.

Для исключения столкновений робота-манипулятора и проверки правильности составленной программы, в R-Pro можно настроить и активировать детекторы столкновения.

Программа движения манипулятора включает в себя не только определенное положение звеньев робота в каждой точке, но и позицию робота на линейном треке. Трек для робота является дополнительной осью, что можно увидеть на рисунке 3.

Целью создания ячейки является не только проработка планировки, взаимного расположения компонентов, написание программы для робота, но и определение точных требований к выбираемому или создаваемому оборудованию. Так, R-Pro позволяет отобразить области досягаемости манипуляторов, что можно увидеть на рисунке 4.

2 Разработка модели завода, включающего несколько производственных ячеек

Вторым этапом проработки поставленной задачи была разработка имитационной модели производительностью в 10 000 импелеров в год.

Данная модель выполняет те же задачи, что и первая, но обеспечивает значительно большую производительность путем совместной работы нескольких производственных ячеек.

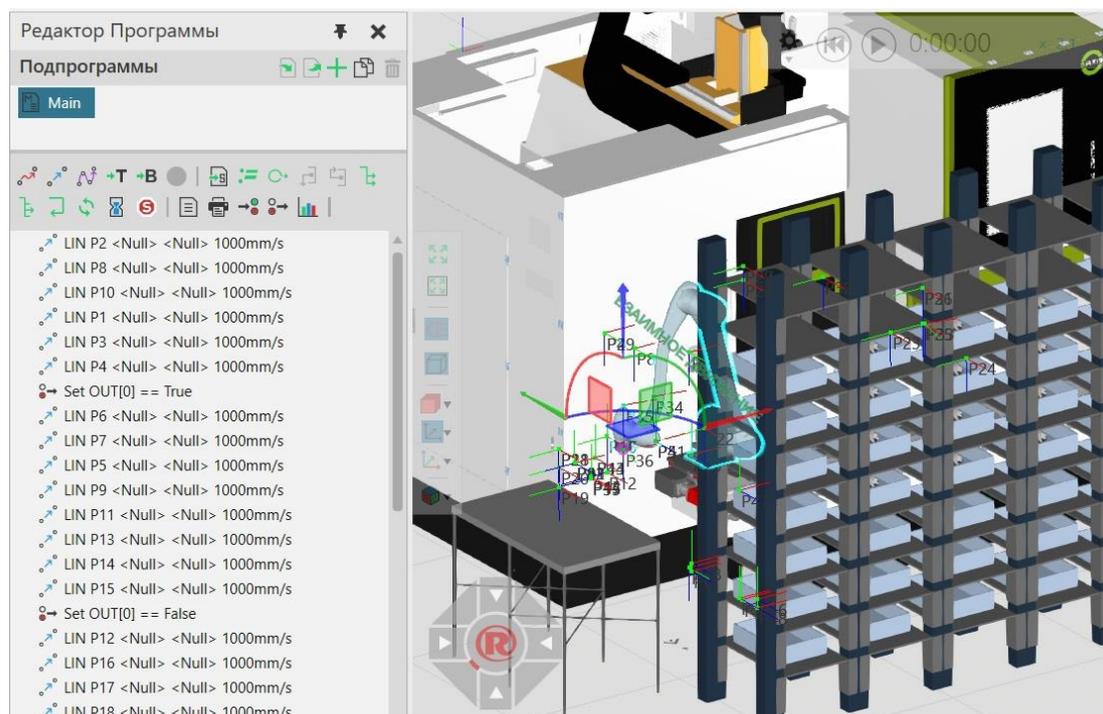


Рис. 2. Программа работы робота-манипулятора

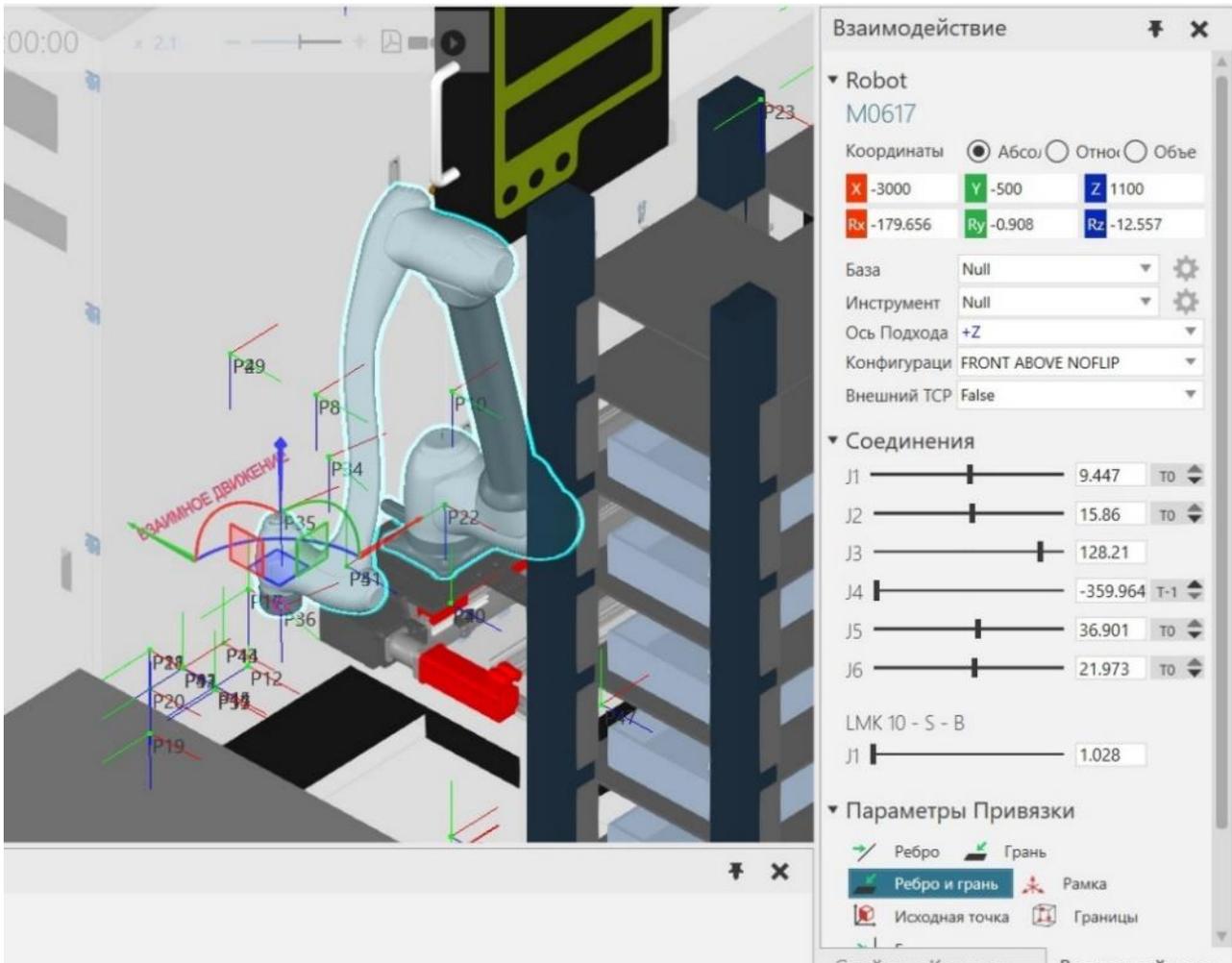


Рис. 3. Дополнительная ось робота-манипулятора

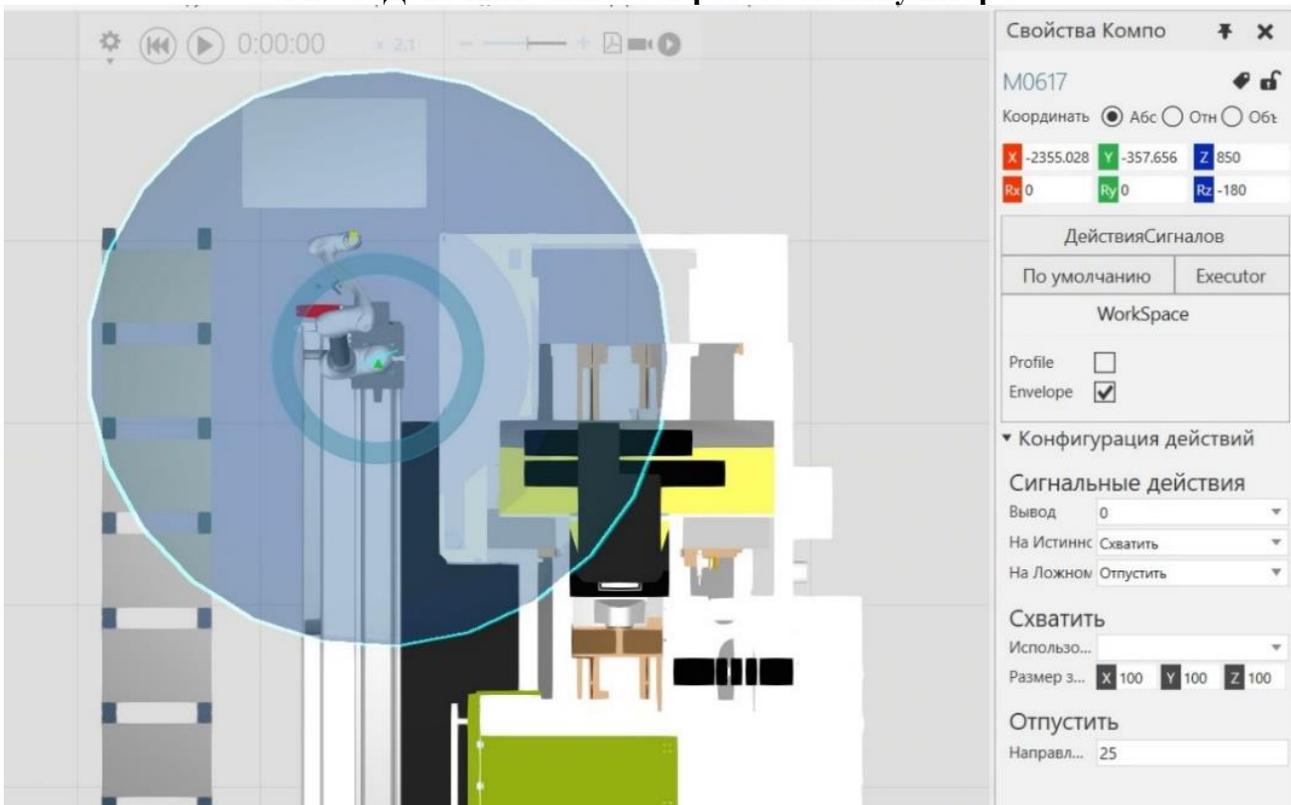


Рис. 4. Область досягаемости манипулятора

2.1 Описание работы модели крупного производства

В сравнении с первой моделью, где ячейка сама выполняла складскую функцию, в текущей модели складское хранение вынесено в отдельный технологический модуль. В этой концепции у нас появляются отдельно стоящие входной и выходной стеллажи, обслуживание которых производится краном-штабелером.

На входном складе в унифицированной таре хранятся заготовки для двух типоразмеров импеллеров. С помощью крана-штабелера заготовка выгружается со склада и далее с помощью мобильного робота перемещается до станции обработки.

Как можно увидеть на общей планировке (рисунок 5), одна станция обработки включает в себя четыре фрезерных обрабатывающих центра, один робот-манипулятор и линейный трек для горизонтального перемещения робота. На данный момент, с учетом текущей технологии обработки, которая для малого типоразмера импеллера

занимает 6 часов, такое большое количество станков является единственным способом достижения заданной производительности.

После механической обработки робот-манипулятор перемещает на мобильного робота готовые изделия, помещенные в унифицированную тару. Мобильный робот доставляет обработанные детали импеллера на выходной склад.

2.2 Шаги разработки имитационной модели

Если в прошлой модели вся логистика и выполнение технологических операций были напрямую связаны с программным кодом для манипулятора, то теперь при большем количестве компонентов и технологических участков необходимо прописывать процесс по шагам.

На рисунках 6 и 7 на примере операций выгрузки со склада и обработки в станке можно увидеть, как строится процесс в программном компоненте R-Pro.

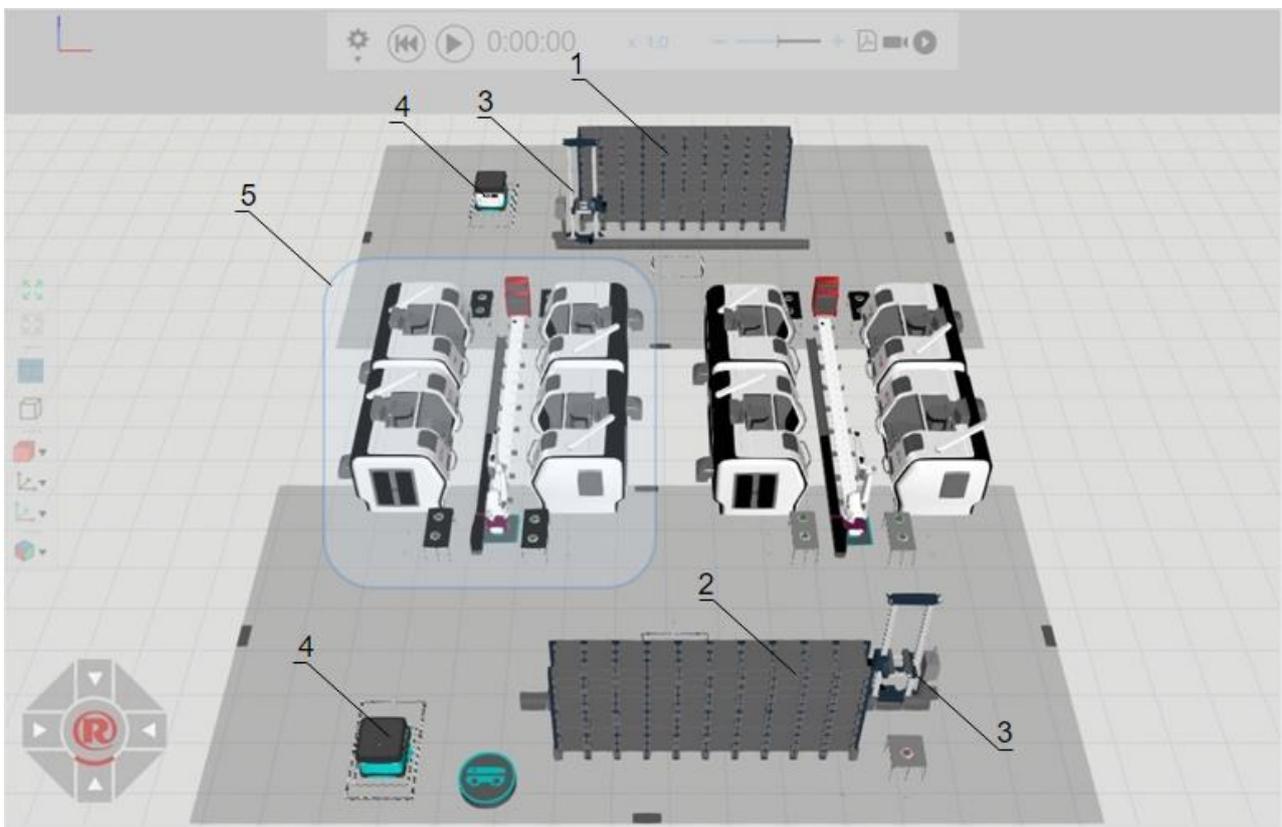


Рис. 5. Имитационная модель крупного производства:

1 – входной склад с заготовками; 2 – выходной склад с готовыми изделиями; 3 – кран-штабелер; 4 – мобильные роботы; 5 – станция механической обработки

Шаги процесса представляют собой конкретную технологическую операцию, а зеленые стрелки, соединяющие их между собой, определяют направление потока продукции и исполнительное устройство, с помощью которого тип детали соответствующей группы процессов перемещается между шагами.

В случае если нам необходимо определить последовательность шагов, но при этом они не связаны логистически с помощью конкретного исполнительного устройства, в редакторе технологического процесса между ними будет находиться значок с красной меткой.

Каждая конкретная операция (шаг) содержит в себе четкую последовательность выражений (рисунок 8).

Результаты и их обсуждение

R-Pro позволяет проанализировать эффективность разработанной нами системы. Было определено, что годовая производительность одной линии обработки, состоящей из четырех фрезерных обрабатывающих центров, составляет порядка 5859 изделий. Производство, состоящее из двух таких линий,

обеспечит выход на требуемую производительность в 10 000 изделий.

Также можно оценить загруженность робототехнических комплексов. На рисунке 9 видно, что мобильные роботы, обслуживающие входной и выходной склады, имеют загруженность 75 %.

Заключение

Таким образом, разработанные модели интеллектуальных производственных ячеек продемонстрировали свою эффективность и пригодность для последующего внедрения в реальные производственные процессы. В ходе исследования была достигнута основная цель – создание системы управления, позволяющей эффективно автоматизировать процесс фрезерной обработки импеллеров МГТД, минимизируя участие человека и снижая временные затраты.

Результаты работы могут быть использованы в дальнейшем при проектировании и реализации современных автоматизированных производственных систем, что открывает новые возможности для улучшения производительности и снижения затрат на промышленных предприятиях.

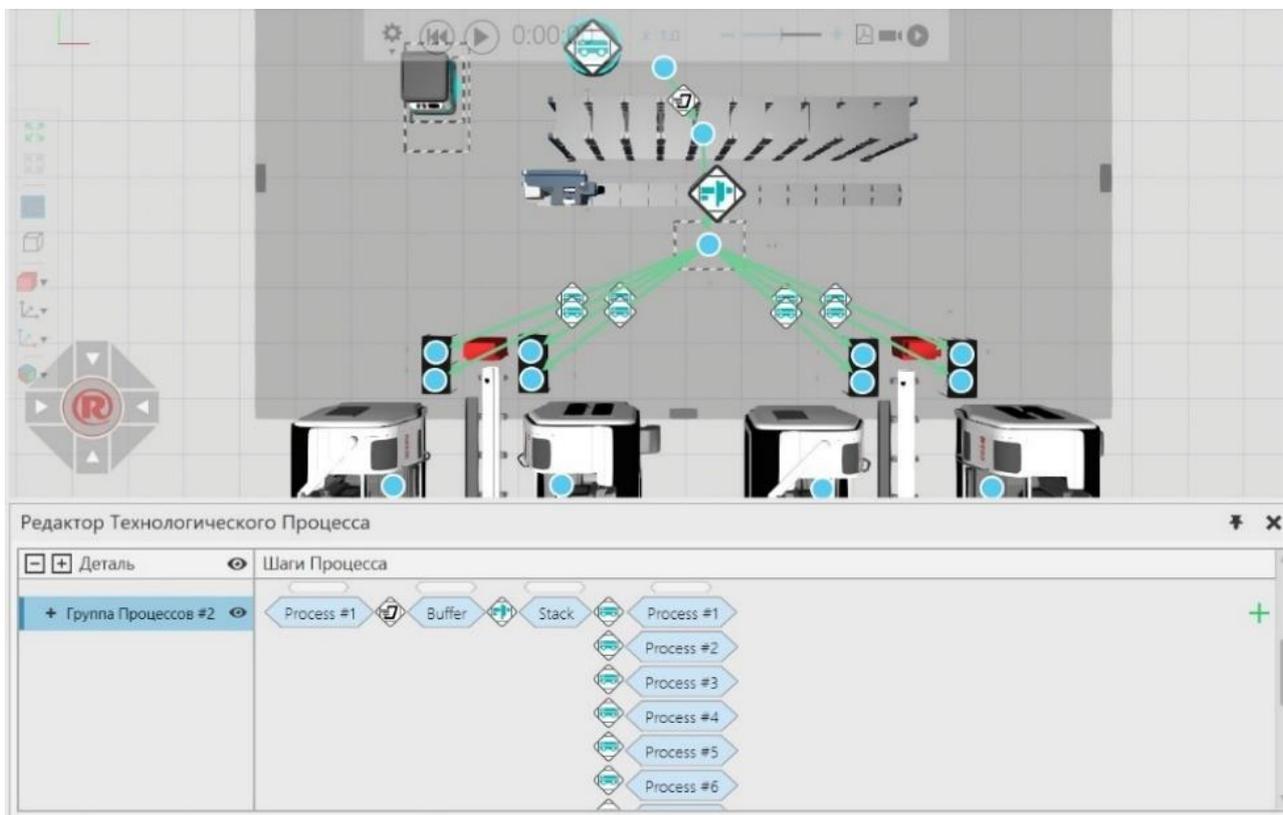


Рис. 6. Технологический процесс выгрузки заготовок со склада

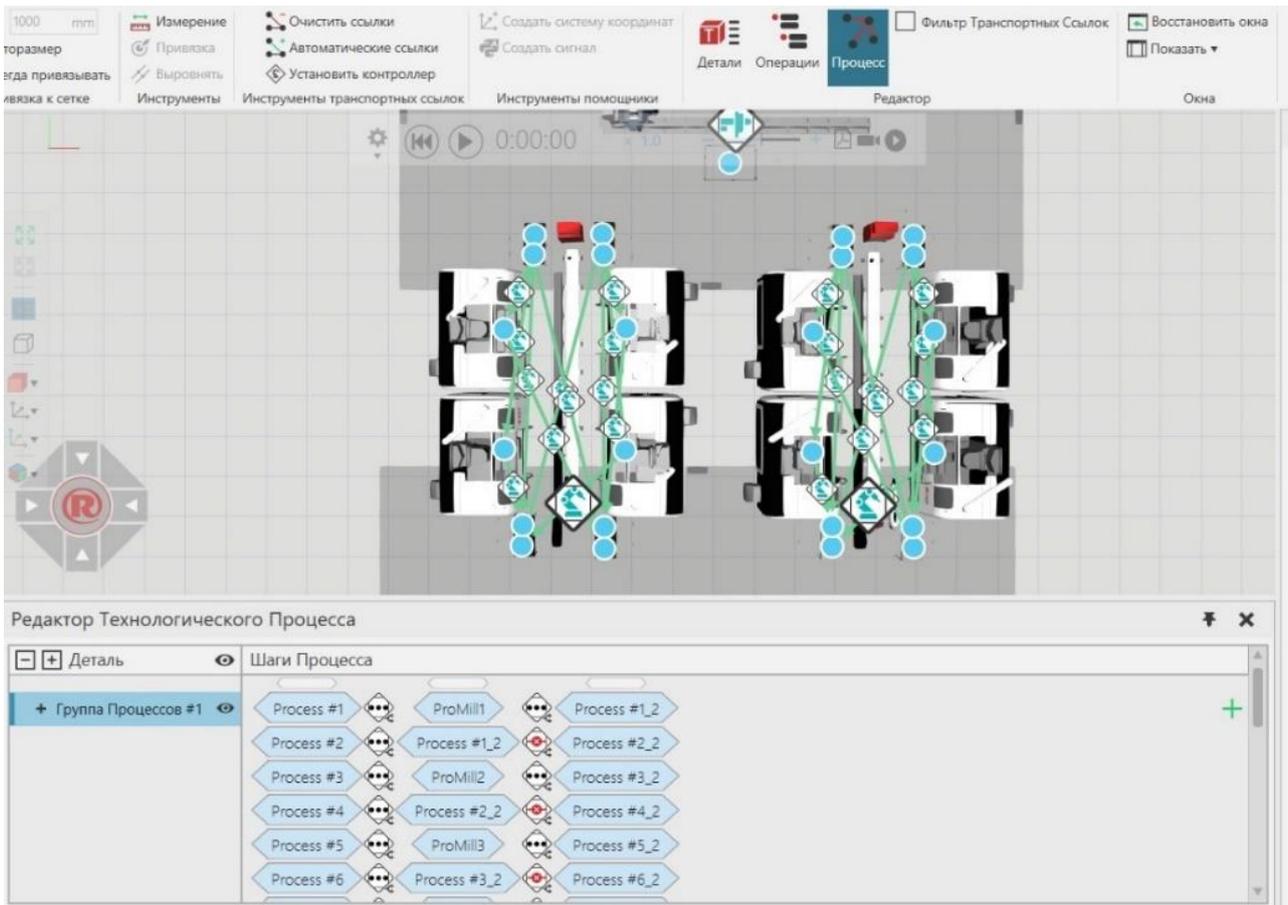


Рис. 7. Технологический процесс обслуживания станции обработки

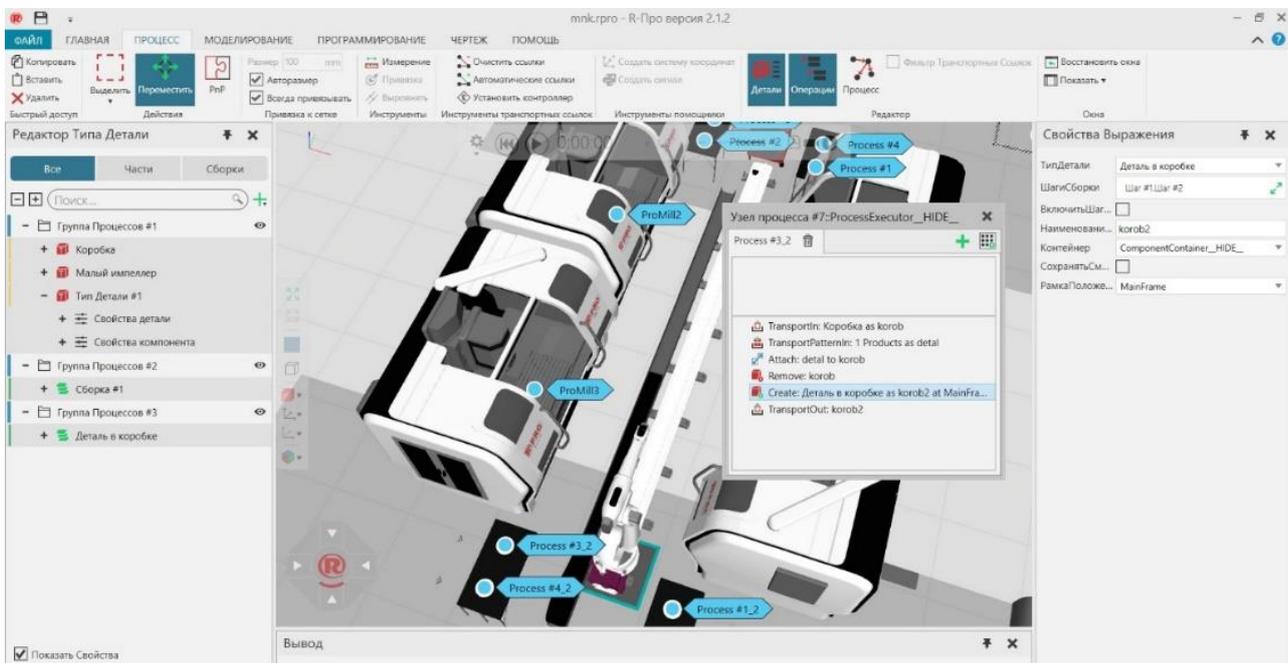


Рис. 8. Выражения внутри шагов технологического процесса

Литература

1. Петренко Д. С. Применение цифрового моделирования в Visual Components при

разработке роботизированных комплексов на основе коллаборативной робототехники // Молодой ученый, 2021. № 17 (359). С. 9–11.

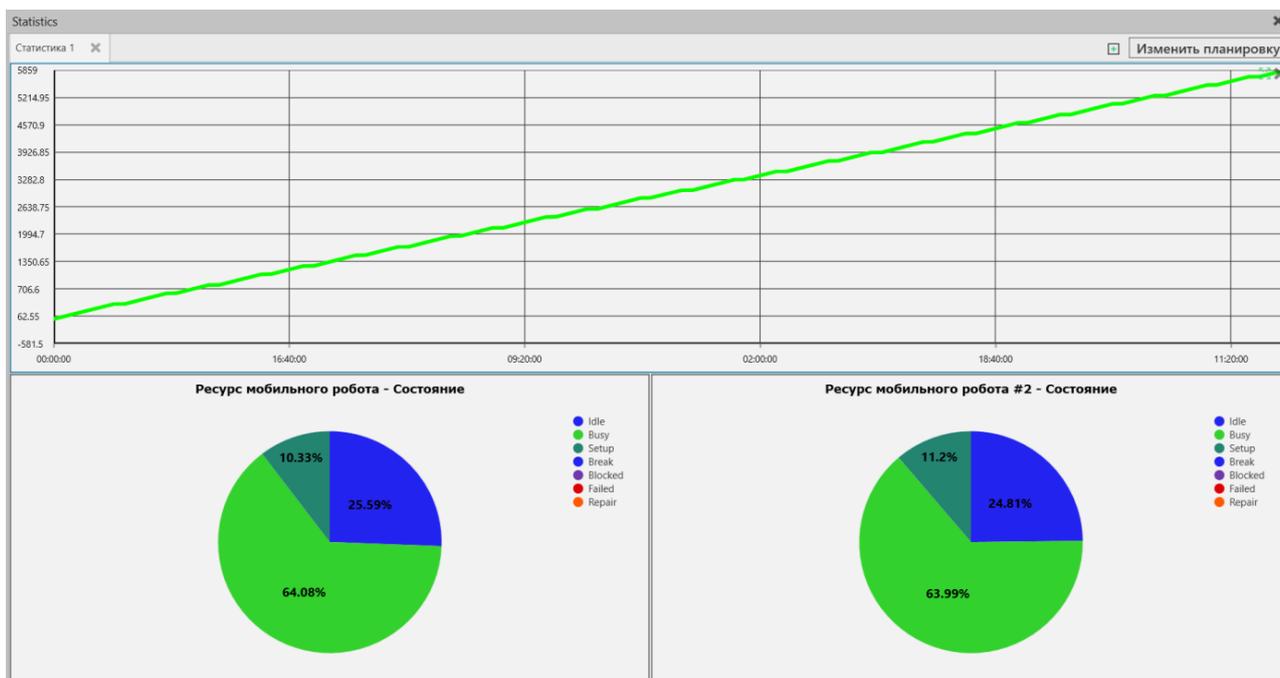


Рис. 9. Производительность системы

DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR AN INTELLIGENT MANUFACTURING CELL FOR MILLING PARTS OF SMALL GAS TURBINE ENGINES (SGTE)

M. V. Zagorin, O. B. Senatskaya

This article presents the stages of developing a model for an intelligent manufacturing cell designed for milling impellers of small gas turbine engines (SGTE) using the R-Pro software. Two models were created: one for large-scale production (10,000 parts per year) and another for small-scale production (500 parts per year). The logistics, equipment selection, and robot control program that ensure the automation of the manufacturing process are described. The analysis of the efficiency of the proposed models confirms their suitability for further design and implementation in real production. The simulation results demonstrate the potential for significantly increasing productivity and reducing costs, making the proposed solutions promising for application in modern industry.

Key words: digital twin; robot manipulator; virtual factory; process automation; simulation modeling; production organization.

Статья поступила в редакцию 09.09.2024 г.

© Zagorin M. V., Senatskaya O. B., 2024.

Zagorin Mikhail Valeryevich (misha.zagorin@gmail.com), 2nd year master student;

Senatskaya Olga Borisovna (olgasenatskaya@gmail.com),

2nd year master student of the Advanced Aerospace Engineering School of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

ПЕДАГОГИКА

УДК 621.45.044.2

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

С. А. Бурачкова

В современном мире цифровизация проникает во все сферы жизни, включая образование. Быстрое развитие технологий требует от преподавателей непрерывного повышения квалификации, так как они играют ключевую роль в интеграции цифровых ресурсов в образовательный процесс. В условиях цифровой эпохи роль преподавателя изменяется. Цифровизация открывает новые возможности, такие как онлайн-курсы и использование виртуальной реальности, но также приносит и вызовы, включая риск недостатка обратной связи и устаревания информации на онлайн-платформах. Перед преподавателями стоит непростая задача в адаптации к новым условиям, освоению новых образовательных технологий и развитию своих цифровых компетенций. Анализ проведенных исследований показал, что для успешного внедрения цифровых технологий необходимо регулярное и непрерывное повышение квалификации преподавателей, однако не все преподаватели готовы к таким изменениям. Возрастающая нагрузка и материальные затраты приводят к выгоранию преподавателей. Решение возникающих проблем требует не только внедрения новых технологий, но и переосмысления роли преподавателя в современном образовательном процессе. Таким образом, развитие образовательного процесса только в контексте наполнения и разнообразия цифровых технологий видится неэффективным и невозможным. Путем интеграции новых технологий, активной образовательной деятельности, поддержки от образовательных учреждений и государства, преподаватели смогут успешно справиться с вызовами цифровой эпохи и обеспечить качественное образование.

Ключевые слова: переподготовка преподавателей; адаптация преподавателей; вызовы цифровизации; профессиональные компетенции преподавателей; обучение с применением дистанционных технологий.

В современном мире цифровизация затрагивает все аспекты жизнедеятельности человека, включая систему образования. Преобразования в этой сфере происходят очень стремительно, и ключевую роль в успешной адаптации к ним играют преподаватели. Вопрос о повышении квалификации преподавателей становится неотъемлемой частью образовательного процесса, поскольку они являются проводниками цифровых технологий в обучении. В эпоху цифровизации требования к преподавателям существенно изменились. Необходимость обеспечения высокого качества образования, которое возможно лишь при условии компетентного использования цифровых ресурсов делает особо важным наличие непрерывного профессионального

развития преподавателей и адаптации учебных программ под актуальные потребности цифровой эпохи.

Традиционная роль авторитетного носителя знаний уступает место новым акцентам. Обучение становится более гибким и доступным благодаря онлайн-курсам и разнообразным образовательным технологиям. Однако несмотря на то, что возможности расширяются, вместе с ними возникают и новые вызовы. У обучающихся, которые взаимодействуют с цифровыми материалами, возникает риск недостатка обратной связи со стороны преподавателя. Далеко не всегда на онлайн-платформах и курсах у обучающегося есть преподаватель, наставник, который может помочь в возникших вопросах. Обучающийся

© Бурачкова С. А., 2024.

Бурачкова Снежана Андреевна (snezhana.modina.9904@mail.ru),
студент I курса психологического факультета Самарского университета
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

остается один на один с целой базой знаний, в виде документов, аудио и видео лекций, которую не всегда способен понять и постичь. А преподаватель остается за кадром, записав свое занятие, разработав задания и выложив все на сетевой ресурс. Он не может быть уверен, что те знания, которые он хочет передать, будут восприняты правильно. Между преподавателем и обучающимся стеной встают цифровые гаджеты, ограничивая или исключая живое общение с носителем знаний и принимающей стороной. Отсутствие непосредственного участия преподавателя на онлайн-платформах также ставит под сомнения правдивость и актуальность предоставляемой для изучения информации. Также возникает риск устаревания информации на онлайн-платформах без постоянного обновления и контроля.

В новой парадигме образования роль преподавателя становится не только в передаче знаний, но и поощрением критического мышления и самостоятельного решения проблем у обучающихся. Это требует от преподавателя гибкости, способности адаптироваться к новым технологиям и подходам.

Развитие цифровых компетенций преподавателя становится неотъемлемой частью образовательного процесса. Это включает в себя освоение новых методов обучения, использование инновационных образовательных технологий, улучшение коммуникационных навыков и способность к адаптивному управлению классом. Преподаватели должны активно стремиться к повышению своей профессиональной компетентности, включая не только традиционные аспекты преподавания, но и освоение цифровых инструментов для эффективной организации учебного процесса. Умение качественно и эффективно преподавать в цифровой эпохе создает необходимость непрерывного обучения преподавателей и развития их профессиональных навыков.

Есть множество примеров успешного применения преподавателями цифровых технологий в обучении. Например, внедрение интерактивных онлайн-курсов, использование виртуальной и дополненной реальности в обучении, а также применение методов дистанционного обучения. Эти практики служат примерами того, как инновации могут улучшить ка-

чество образования и сделать обучение более доступным и интересным для студентов. Но эти практики не всегда приживаются с течением времени. Далеко не все преподаватели готовы меняться, не всегда могут принять и применять цифровые технологии в образовании, предпочитая старый традиционный формат. Из-за этого многие ценные кадры теряют мотивацию к работе, становятся не актуальны, и нетрудоспособны.

Самым главным вопросом века цифровизации встает переобучение преподавателя. И переобучение не одноразовое, а на регулярной основе, как того требуют постоянно обновляющиеся технологии. В связи с этим, возникают новые проблемы, такие как неспособность преподавателей приспосабливаться к новым методам, устаревшие педагогические практики и нехватка компетенций, необходимых для эффективной работы в цифровой образовательной среде, повышенная нагрузка, снижение мотивации и усталость преподавателей, нехватка времени на переобучение и своевременное внедрение новых технологий в свои образовательные программы. Решение этих проблем требует не только технологических изменений, но и переосмысления роли преподавателя в процессе обучения.

Многочисленные исследования показывают, что не все преподаватели готовы к изменениям, а введение цифровых технологий не способствует развитию преподавательских навыков. Скорее наоборот, приводит к потере мотивации и выгоранию. Главной проблемой становится повышение квалификации преподавателей на регулярной основе, чтобы они могли соответствовать постоянно меняющимся требованиям в образовании. Это требует не только технологических изменений, но и пересмотра роли преподавателя в образовательном процессе.

Данные проблемы рассматривал преподаватель кафедры психологии и педагогики Нижегородской академии МВД России Капитанова Н. В. Она отмечает особую роль цифровизации образования, как универсального механизма разностороннего и эффективного функционирования любой образовательной организации, который повышает её конкурентоспособность и востребованность. Но внедрение любых инноваций проходит через не-

сколько этапов и не всегда однозначно воспринимается общественностью. На первом этапе наблюдается всеобщее отрицание, второй этап характеризуется всеобщим признанием и восторгом, на заключительном этапе начинается плодотворная работа. Особое значение при этом имеют адаптационные ресурсы педагогического работника высшей школы, все еще являющегося ключевым звеном в организации образовательного пространства [1].

Во времена пандемии коронавируса Министерством образования и науки Российской Федерации совместно с Институтом социального анализа и прогнозирования РАНХиГС проводилось исследование с участием 34 тысяч преподавателей, что составляет около 15% от общего числа профессорско-преподавательского состава страны. Целью исследования было выяснить отношение преподавателей страны к переходу на дистанционное обучение. Результаты исследования показали, что технически и организационно преподаватели готовы к дистанционному формату работы, а вот психологически оказывают сопротивление. Качество онлайн обучения ставилось под сомнение, и преподаватели отдавали предпочтение привычным традиционным формам обучения. Резкое изменение образовательного процесса, в том числе переход на онлайн-формат, стали причиной неприятия преподавателями дистанционного образования (66% преподавателей указали, что им не нравится работать дома; у 34% респондентов дома нет места для комфортного ведения занятий; 87,8% считают, что свои занятия лучше проводить в очном формате). В ходе исследования также были выявлены и положительные моменты, а именно компьютерная грамотность преподавателей и навыки работы в цифровой среде (83% опрошенных практически постоянно находятся в онлайн-среде посредством мобильных и стационарных устройств; 75% опрошенных оценивают свою компетенцию в современных компьютерных технологиях в целом выше, чем у коллег) [2].

Проблему готовности педагогов к применению информационных технологий изучали в своем исследовании доцент ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» Соколова Ю. В. и доцент ФГБОУ ВО «Московский авиацион-

ный институт (национальный исследовательский университет)» О. А. Чалова [3]. Исследования выявили ряд проблем при проведении анкетирования преподавателей:

1. Отношение к применению информационных технологий в педагогике (отсутствие интереса к применению информационных технологий в педагогике у 25 % респондентов и неготовность к освоению ИТ у почти трети опрошенных, мнение 28 % респондентов, и то, что освоение ИТ не способствует профессиональному росту).

2. Условия для развития цифровизации в вузах (44 % респондентов указали на отсутствие условий для развития ИТ в их вузах, почти четверть опрошенных заявили, что не имеют возможности повышать квалификацию в сфере ИТ).

3. Изменения нагрузки и материальных затрат педагогических работников при внедрении цифровизации (60 % педагогов заявили о росте материальных затрат при использовании ИТ для работы, увеличение нагрузки при использовании ИТ (68 % респондентов) и желание 64 % опрошенных пересмотреть нормативы расчета нагрузки преподавателей).

Исследователи полагают, что все три области проблем являются взаимосвязанными. По мнению исследователей, наиболее важной проблемой сегодня является отсутствие интереса к ИТ и нежелание освоения новых компетенций у довольно большого процента педагогических работников (25 % и 29 % соответственно). Следует отметить, что кардинальное изменение профессиональных задач педагогических работников в последнее время привело к еще большей перегруженности педагогов и стало причиной возникновения психологического и эмоционального выгорания и отчасти снизило инициативность и интерес к внедрению нового в профессиональную деятельность. Результаты опроса косвенно свидетельствуют о том, что часть административных инициатив по расширению цифровизации сегодня воспринимается как принуждение.

Таким образом, цифровизация образования является обоюдоострым мечом, создавая возможности для улучшения качества образования, но также предъявляя новые вызовы, которые требуют активного участия и адаптации преподавателей.

Значимость образования в первую очередь определяется преподавателями, и цифровизация не должна стать преградой для их развития.

Решением возникающих проблем может стать:

1) развитие системы непрерывного обучения для преподавателей, которое позволит им усваивать новые методы и технологии в образовании;

2) постепенное внедрение новых программ и форм, с учетом персонализации и вариативности подходов, стимулирование использования цифровых технологий, возможность выбора;

3) формирование образовательных сообществ, где преподаватели могут обмениваться опытом, лучшими практиками и вместе решать возникающие вопросы. В рамках сообществ более опытные в использовании цифровых технологий преподаватели могут помогать своим коллегам существенно ускорить процесс адаптации;

4) гибкий процесс обучения с учетом различного уровня цифровой грамотности преподавателей. Необходимо разрабатывать различные курсы, которые будут охватывать и базовые и продвинутые навыки работы с цифровыми технологиями;

5) акцент внимания на важности совместной работы образовательных учреждений, государственных органов, преподавателей и студентов для создания инновационной и поддерживающей обучающей среды;

б) регулярная оценка эффективности программ, которая поможет выявить их сильные и слабые стороны, а также скорректировать подходы и содержания курсов. Анкетирование преподавателей, анализ их профессиональных достижений и успехов учеников позволят сделать процесс повышения квалификации более результативным и целенаправленным.

В заключение, следует отметить, что цифровизация образования стала неотъемлемой частью современного образовательного процесса. Пандемия коронавируса вынудила образовательные учреждения быстро адаптироваться к дистанционному обучению, что привело к активному внедрению цифровых технологий. В ходе проб и ошибок университеты смогли разработать новые фор-

маты обучения с применением дистанционных технологий. Однако ключевую роль в этом процессе сыграли не только сами технологии, но и преподаватели. Их опыт, знания и профессиональные навыки остаются центральными элементами в передаче знаний. Даже в условиях цифровизации, необходимо понимать, что качественное образование возможно лишь при наличии опытных и квалифицированных преподавателей. Поэтому важно развивать систему образования в направлении гибридных подходов, где преподаватель остается ключевым элементом образовательной среды.

Таким образом, развитие образовательного процесса только в контексте наполнения и разнообразия цифровых технологий видится неэффективным и невозможным. В связи с этим, как писал Пробин П. С. [4] вполне очевидным видится развитие системы образования именно в перспективе создания гибридных разработок, где педагог будет являться «перводвигателем» всей образовательной среды в рамках курса дисциплины. То есть применяемые дистанционные технологии будут являться не более чем качественным «обрамлением» индивидуальных талантов преподавателя.

Проблема регулярного повышения квалификации преподавателей в эпоху цифровизации требует неотложного внимания и системного подхода всех причастных к образованию сфер. Необходимо признать, что роль преподавателя эволюционирует, и для успешной адаптации требуется не только обновление компетенций, но и пересмотр самого подхода к обучению. Путем интеграции новых технологий, активной образовательной деятельности, поддержки от образовательных учреждений и государства, преподаватели смогут успешно справиться с вызовами цифровой эпохи и обеспечить качественное образование. В конечном итоге, хорошо подготовленные преподаватели смогут не только улучшить качество обучения, но и вдохновить учащихся на изучение новых технологий, способствуя их успешной адаптации к эпохе цифровизации.

Литература

1. Капитанова Н. В. Политика цифровизации образования: адаптация педагогов к новым

вызовам // Вестник Нижегородской академии МВД России, 2021, № 1 (53). С. 338-339.

2. Сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=2603 (дата обращения: 16.01.2024).

3. Соколова Ю. В., Чалова О. А. Оценка готовности педагогических кадров россий-

ских технических вузов к применению информационных технологий в новой цифровой парадигме // Мир науки. Педагогика и психология, 2021 № 4. С. 1–19.

4. Пробин П. С. Дистанционные образовательные технологии в современной системе высшего образования: вызовы новой реальности и перспективы развития. Чебоксары: Среда, 2022. 100 с.

ENHANCING TEACHER QUALIFICATIONS IN THE DIGITAL ERA

S. A. Burachkova

In the modern world, digitalization permeates all spheres of life, including education. The rapid development of technology demands continuous professional development from teachers, as they play a crucial role in integrating digital resources into the educational process. In the digital era, the role of the teacher is changing. Digitalization offers new opportunities, such as online courses and the use of virtual reality, but also brings challenges, including the risk of lack of feedback and the obsolescence of information on online platforms. Teachers face the challenging task of adapting to new conditions, mastering new educational technologies, and developing their digital competencies. For the successful implementation of digital technologies, regular and continuous professional development of teachers is essential. Addressing emerging issues requires not only the adoption of new technologies but also a rethinking of the teacher's role in the modern educational process.

Key words: teacher retraining; teacher adaptation; digitalization challenges; professional teacher competencies; distance learning technology.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 372.881.1

ФОРМИРОВАНИЕ ЯЗЫКОВОГО СОЗНАНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ ПЕСЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

О. В. Зайончковская, М. П. Козырева

В данной работе получено подтверждение того, что в актуальных условиях программы школьного образования языковое сознание старших школьников формируется на недостаточно высоком уровне и для решения этой проблемы требуется внедрение новых технологий обучения иностранному языку. Проанализировав психолого-педагогические особенности развития детей старшего школьного возраста, мы убедились, что именно в этот период развития личности наиболее эффективно можно сформировать языковое сознание. Мы разработали технологию формирования языкового сознания на основе песенного материала на иностранном языке и провели эксперимент по внедрению данной технологии в процесс обучения иностранному языку в средней школе. В данной работе доказана эффективность нашей технологии формирования языкового сознания на основе песенного материала на иностранном языке благодаря опытно-экспериментальной работе, проведенной на базе МБОУ СОШ №124 г.о. Самара с учениками 10А класса.

Ключевые слова: старшие школьники; песни на иностранном языке; технология формирования языкового сознания; диалог культур; констатирующий и формирующий эксперименты.

В настоящее время данная проблема изучена слабо. Актуальность нашего исследования обусловлена тем, что до сих пор остаются некоторые не до конца изученные аспекты формирования языкового сознания при обучении иностранному языку, тогда как формирование языкового сознания способствует изучению иностранного языка в диалоге культур, более эффективному пониманию языковых явлений иностранного и родного языков, осознанному применению полученных знаний на практике [1]. Кроме того, мы обнаружили лишь небольшое количество научных работ, посвященных использованию песенного материала как средства формирования языкового сознания.

Условия и методы исследования

В ходе исследования применялся комплекс взаимодополняющих методов, адекватных предмету исследования: теоретический анализ научной литературы; сравнительный анализ средств иностранного языка; организационный метод (сравнительный способ);

эмпирические методы (педагогическое наблюдение, анкетирование, тестирование).

Объект исследования: процесс формирования языкового сознания у старших школьников.

Предметом исследования является обучение иностранному языку с помощью песенного материала на иностранном языке.

Материалом для рассмотрения в данной работе послужил песенный материал таких исполнителей как PINK, Avril Lavigne.

Цель работы заключается в проверке эффективности авторской технологии формирования языкового сознания у старших школьников посредством песенного материала.

Данная цель предполагает решение следующих задач.

1) На основе научной, психолого-педагогической и методической литературы дать определение понятия “языковое сознание”, разработать структуру ключевого понятия «формирование языкового сознания» у старших школьников.

© Зайончковская О. В., Козырева М. П., 2024.
Зайончковская Олеся Владимировна (zayonchkovskaya@yandex.ru),
студент IV курса филологического факультета;
Козырева Мария Павловна (kozyreva-mariya@yandex.ru),
доцент кафедры английской филологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

2) Проанализировать психолого-педагогические особенности развития старших школьников.

3) Разработать анкету и провести анкетирование у старших школьников на предмет сформированности языкового сознания.

4) Отобрать песенный материал для создания технологии формирования языкового сознания у старших школьников.

5) Провести эксперимент с использованием технологии формирования языкового сознания у старших школьников на основе песенного материала на иностранном языке и сформулировать полученные выводы.

Человек, воспитанный в условиях одной лингвокультуры, не только "монокультурен", но и лингвоцентричен. Он считает, что все языки похожи на его родной, не подозревая, что окружающий мир может быть описан иначе, чем это делает его родной язык. Ему трудно представить, что иностранный язык может функционировать по другим законам. Он будет пытаться вписать значения единиц иностранного языка в структуру родного. Но, не понимая их роли и места в общей структуре изучаемого языка, он не сможет осмыслить их адекватно. Чтобы языковой материал и действия на иностранном языке стали для обучающегося осмысленными, они должны быть представлены не только с точки зрения "как", но и с точки зрения "почему" и "зачем", так как ответить на вопрос о смысле действия значит связать его с тем, ради чего оно осуществляется.

Различные народы в языковом смысле по-разному отражают объективную действительность. Осознание этого вызывает обоснованный интерес к проблеме языкового сознания.

Пользуясь родным языком, человек редко отдает себе отчет в причинах выбора того или иного слова или формы. Для общения на родном языке ему достаточно интуитивного знания, полученного в результате овладения языком в его родной среде. Когда человек приступает к изучению иностранного языка, простое описание форм и правил их комбинирования ничего не скажет ему о том, зачем все это нужно. Чтобы освоение иностранного языка приобрело осмысленный характер, человеку должны быть раскрыты внутренние законы иностранного языка, его смысловой мир, в сравнении, естественно, с соответствующими законами родного языка,

которые должны стать объектом рефлексии. «Взаимоотношения двух языковых систем в сознании субъекта устанавливаются не на уровне знаков и правил, а на уровне смыслов этих знаков и правил, то есть на когнитивном уровне языкового сознания [2, С. 76]».

Задачей педагога является помочь обучающемуся вписать в свой индивидуальный контекст новый смысловой мир, представленный иностранным языком. Таким образом, формируется сознание билингва. Основным механизмом этого формирования является психологический механизм смыслопорождения, предполагающий столкновение смыслов, которое происходит при встрече субъекта - носителя внутреннего смыслового мира - с другими смысловыми мирами.

Весьма вероятно, что одной из основных причин неудач при освоении иностранного языка является тот факт, что «человек оказывается не готов принять иной смысловой мир и пытается «вписать» его в смысловую систему родного языка, в результате чего механизм смыслопорождения срывает вхолостую, а иностранный язык отторгается сознанием изучающего его субъекта [2, С. 79]». В ситуации овладения иностранным языком «значения иноязычной культуры должны интерпретироваться обучающимся, наделяться смыслом, что осуществляется посредством их включения в индивидуальный контекст [3, С. 74]».

С. Эрвин и Ч. Осгуд говорят о том, что «каждый человек, будучи носителем родного языка, владеет определенным набором навыков кодирования и декодирования информации на этом языке. Когда человек начинает изучать иностранный язык, у него формируются новые навыки кодирования и декодирования, которые вступают в некоторое взаимодействие с уже имеющимися [4, С. 105]».

Обычно языковое сознание формируется стихийно, в то время как «формирование языкового сознания чужого народа представляет собой трудный и длительный процесс. Для этого необходимо обучение языку в виде широкого сопоставления и одновременного сравнительного изучения группы родственных явлений [5, С. 27]».

Н. А. Тубол утверждает, что языковое сознание - это превращенная форма жизнедеятельности человека, способ вербализации

человеческого социокультурного опыта и его национально-культурного осознания, включающий в себя материальное (языковое знание как материальный субстрат сознания - когнитивный компонент), идеальное (психические состояния, семантика – эмоциональный и коммуникативный компоненты), социокультурный опыт (знания о мире), актуализирующееся в процессе ментальной деятельности – рефлексивный компонент) [6, С. 155].

Т. К. Цветкова считает, что «...уровень языкового сознания — это уровень вербализации, уровень языковых знаков и правил их комбинирования, уровень значений, имеющих свое воплощение в языковых знаках (когнитивный и коммуникативный компоненты). Когнитивный уровень языкового сознания — это уровень смыслов, уровень «почему» и «для чего» человек употребляет ту или иную языковую единицу (эмоциональный и рефлексивный компоненты) [7, С. 32]».

Изучив и проанализировав различные научные определения языкового сознания, приходим к выводу, что в нашей работе мы будем опираться на определения Н.А. Тубол и Т.К. Цветковой, поскольку на наш взгляд, эти определения являются наиболее точными и всеобъемлющими.

Принимая во внимание все вышеприведенные определения, мы сформулировали собственное понятие языкового сознания, на которое будем опираться в данной работе. Итак, языковое сознание – это система “родного” языкового сознания, “перестроенная” на иноязычный лад и состоящая из двух уровней - уровня вербализации (языковые знаки, их значения и правила комбинирования) и когнитивного уровня (осознание “чужой” картины мира и условия выбора тех или иных языковых единиц для организации грамотной коммуникации).

На этом понятии и будет основана наша технология формирования языкового сознания у старших школьников на основе песенного материала, где мы сформируем следующие компоненты: когнитивный, эмоциональный, коммуникативный, рефлексивный компонент.

Благодаря развитию вышеперечисленных компонентов старшие школьники увеличат свой словарный запас, узнают больше идиом и иноязычных конструкций, станут еще больше мотивированы в изучении языка,

начнут делать это самостоятельно и постоянно, что будет способствовать саморазвитию и формированию языкового сознания.

Основной психологической характеристикой старшего школьного возраста можно считать направленность в будущее. Это касается различных сторон психической жизни. Старший школьник стоит на пороге социальной зрелости. У него появляются конкретные жизненные планы, соответствующие им мотивы.

Более реальным становятся представления о требованиях общества к личности. Для школьника становится более весомым мнение взрослых, в том числе и учителей, но растут и требования к личности, профессиональным знаниям и умениям учителя. Поведение старшего школьника все больше становится целенаправленно-организованным, сознательным, волевым. Все большую роль играют сознательно выработанные или усвоенные критерии, нормы и своего рода жизненные принципы. Появляются «элементы мировоззрения, возникает устойчивая система ценностей. Рождается интерес к внутреннему миру – своему, других людей, появляется умение ставить себя на место другого человека и сопереживать ему [8, С. 36]».

С точки зрения протекания отдельных психологических процессов старший школьный возраст принципиально не отличается от периода зрелости. Существенная разница имеется лишь в эмоциональной жизни, более импульсивной, менее подчиненной другим мотивам и слабее регулируемой сознательно. Однако старший школьник может быть уже способен к глубоким «взрослым» переживаниям, серьезным и устойчивым чувствам.

Итак, почему необходимо формировать языковое сознание при обучении иностранному языку именно в этот период:

- в это время дети учатся и проникаются глубокими «взрослыми» переживаниями, серьезными и устойчивыми чувствами - они начинают лучше понимать других людей, думающих иначе - именно этот навык и необходим для успешного формирования иноязычного сознания;

- в этот период у старших школьников формируется собственное мировоззрение – намного легче заложить «новое», «второе» сознание, когда «первое» сформировано еще не до конца;

- у старших школьников возникает интерес к вопросам морали и психологии людей, формируется достаточно устойчивая иерархическая система ценностей – мы думаем, это самое лучшее время узнать, какие ценности и моральные устои у других культур, чтобы удалось нарисовать наиболее точную и объемную «картину» мира.

- у старших школьников возрастает избирательность – они начинают изучать не все, что им дают – преимущественно то, что импонирует им самим. Поэтому если к 15–17 годам у ребенка уже сформировалась заинтересованность в иностранном языке, то учеба будет проходить намного комфортнее как для ученика, так и для преподавателя, в отличие от процесса обучения младших школьников;

- в старших классах усиленно формируется моральный компонент воли, поэтому старший школьник может заставить себя сделать то, что не так сильно хочется. (так как есть понимание того, почему это важно). В то время как ученик младших классов с неохотой будет делать то, в чем не видит ценности (в силу возраста).

- старшие школьники становятся более искусными в выражении эмоций и чувств. Они умеют как маскировать, так и скрывать их. Они могут маскировать свое волнение саркастическим смехом или грусть искусственной веселостью. С одной стороны, это хорошо – уметь контролировать свои эмоции. Но, возможно, школьник не понимает, почему он так себя ведет, почему он скрывает свои чувства, ему страшно, и он напуган. А если он узнает, что в других менталитетах это считается нормой – иногда показывать не то, что чувствуешь на самом деле? Школьнику станет спокойнее, он поймет, что не один.

На наш взгляд, иностранный язык, как предмет гуманитарного цикла может способствовать развитию личности старших школьников и формированию их языкового сознания, в том числе иноязычного.

Мы обратились к исследованиям, посвященным обучению старших школьников иностранному языку, и выявили, что С. В. Попова и Л. Г. Карандеева формировали умения старшеклассников выражаться на иностранном языке в письменной форме [9], А. С. Бобунова формировала нравственно-эстетические ценности уча-

щихся [1], О. В. Кузнецова – ценностное отношение к иноязычной культуре [10]. Формированием коммуникативной компетенции занимались Д. А. Чернозипунникова и Л. Н. Кретьева [11], формированием навыка разговаривать на иностранном языке – П. Я. Гальперин [12], а М. Милашевич – формировал навык чтения [13]. О. Я. Кабанова тоже занималась формированием иноязычного сознания [14].

Однако мы обратили внимание, что некоторые аспекты формирования языкового сознания до сих пор остаются неизученными, поэтому мы решили создать собственную технологию на основе песенного материала, где мы будем формировать когнитивный, эмоциональный, коммуникативный и рефлексивный компоненты языкового сознания старших школьников.

Разработанная в данной работе технология формирования языкового сознания на основе песенного материала способствует повышению мотивации к изучению иностранного языка, поскольку предлагает современный аутентичный контент для развития всех видов речевой деятельности: аудирования, чтения, письма и говорения, служит базой для формирования фонетических, лексических и грамматических навыков, способствует развитию социокультурной компетенции. Кроме того, данная технология позволяет изучать иностранные языки более увлекательным и эффективным способом. Данная технология формирования языкового сознания уникальна тем, что обучающимся предлагается использовать иностранный песенный материал, но не обычные детские обучающие песенки, а настоящую аутентичную музыку, которую слушают носители языка.

Благодаря использованию нашей технологии в обучении, у старших школьников будут улучшаться такие навыки владения английским языком как аудирование (при прослушивании песни), чтение (при прочтении текста песни), спонтанное говорение (при обсуждении текста песни с одноклассниками) и письмо (при выполнении таких творческих заданий, как эссе, личное письмо и т.д.). Кроме того, благодаря технологии обучения иностранному языку с помощью песенного материала, у старших школьников улучшатся лексические и грамматические навыки при анализе песенного материала на предмет незнако-

мых слов/конструкций/идиом и перевода их на русский язык, а также фонетические навыки при прослушивании песен и произношении текста, пропевании песен.

Задания, используемые в данной технологии, подобраны так, чтобы они развивали все компоненты языкового сознания - когнитивный, эмоциональный, коммуникативный и рефлексивный. Ниже представлена таблица (табл. 1), где показано, какие упражнения будут способствовать формированию компонентов ключевого понятия, видов речевой деятельности, а также навыков речи на иностранном языке.

Для формирования когнитивного компонента ключевого понятия используются следующие упражнения:

- задание на понимание текста, основанное на “сюжете” песни (например задания на то, как ученик услышал детали истории, рассказанной в песне, задания на определение истинных и ложных высказываний по поводу песни);
- задание на поиск идиом в тексте и перевод их на русский язык, с сохранением оригинального смысла и подбором подходящего эквивалента в родном языке;
- задание на поиск “англоязычных” конструкций (абсолютно отличающихся от конструкций в русском языке) в тексте и составление предложений с ними.

Подробнее остановимся и разберем первое задание на понимание текста. Ниже представлены 5 вопросов, основанных на тексте песни “Family Portrait” by Pink.

1. The lyrical hero is trying to reconcile her parents.

True
False

2. The lyrical hero ran away from home and doesn't want to go back to that place.

True
False

3. What sounds does the lyrical hero hear when she is sitting in bed?

screaming
breaking of glasses
sneezing

4. Which historical event is mentioned several times in the song?

World War I
World War II
World War III

5. The lyrical hero doesn't want her mom to change.

her name
her last name
her style in clothing

Вышеприведенное задание, которое направлено на формирование когнитивного компонента ключевого понятия, также развивает такие виды речевой деятельности, как аудирование и чтение – аудирование во время прослушивания песни, а чтение - во время выполнения задания (чтения текста песни и задания). Кроме того, это упражнение формирует фонетические и лексические навыки обучающихся.

Таблица 1

Логика формирования компонентов языкового сознания

| Компоненты ключевого понятия | Виды речевой деятельности | Навыки речи | Упражнения |
|------------------------------|--|---|--|
| Когнитивный | Аудирование Чтение Письмо | Фонетические Лексические Грамматические | 1. Задания по сюжету песни – на понимание 2. Перевод / поиск идиом / конструкций |
| Эмоциональный | Аудирование Говорение | Фонетические Лексические Грамматические | 3. Обсуждение песни и ее смысла – групповое / в парах |
| Коммуникативный | Аудирование Говорение Чтение Письмо | Фонетические Лексические Грамматические | 4. Составление диалогов и их инсценирование 5. Устный опрос среди обучающихся 6. Викторина по сюжету и главным смыслам песни |
| Рефлексивный | Аудирование Говорение Чтение Письмо | Фонетические Лексические Грамматические | 7. Написание письменных работ (эссе, личное письмо) 8. Поиск и обсуждение отсылок – очевидных и скрытых смыслов песни. |

Чтобы сформировать эмоциональный компонент языкового сознания у старших школьников, мы решили использовать следующие упражнения в нашей технологии:

- обсуждение текста песни, её смыслов и впечатлений после прослушивания в паре / в группе 3–4 человека / фронтально всем классом;

- создание письменных работ, при написании которых учащемуся необходимо погрузиться в эмоции и ситуацию лирического героя песни (например, сочинение на тему “Как бы я поступил, если бы я лирическим героем этой композиции”);

- составление диалогов с “не присутствующими” в песне персонажами (с теми, о ком идет речь в песне, но чьих слов в песне мы не слышим) и инсценирование этих диалогов. Это упражнение также способствует формированию коммуникативного компонента ключевого понятия и будет упомянуто далее.

Подробнее остановимся на первом упомянутом в таблице задании для формирования эмоционального компонента языкового сознания: обсуждение текста песни и вложенных в нее автором смыслов.

После прослушивания песни и ознакомления с ее текстом обучающимся будут предложены несколько вопросов для обсуждения, например:

- What emotions do you feel about the lyrical hero of the song?

- How would you advise him to deal with his problem?

- What words would you use to support him?

- Have you ever encountered similar situations in your life?

- What is your mood after listening to this song?

При обсуждении вопросов у старших школьников будут развиваться такие виды речевой деятельности, как говорение и аудирование, а также формироваться фонетические, лексические и грамматические навыки. Стоит отметить, что любое задание, включающее в себя говорение, будет способствовать формированию вышеперечисленных навыков, именно поэтому в предложенной технологии достаточно большое количество упражнений, направленных на “speaking”.

Для развития коммуникативного компонента ключевого понятия мы выбрали упраж-

нения, неотъемлемой частью которых является коммуникация. Они представлены ниже:

- устный опрос среди обучающихся;

- викторина, квиз по сюжету песни;

- составление диалогов с “не присутствующими” в песне персонажами (с теми, о ком идет речь в песне, но чьих слов в песне мы не слышим) и инсценирование этих диалогов.

Более подробно опишем третье задание из таблицы на формирование коммуникативного компонента языкового сознания: составление диалогов и их инсценировки. Разберем потенциальный вариант выполнения задания. В песне “Family Portrait” by Pink “повествование” ведётся от первого лица: лирический герой – девочка, чьи родители постоянно ссорятся и уже на грани развода. Обучающиеся могли бы написать диалог этой девочки с ее мамой или папой, или двумя родителями сразу. А после этого нужно было бы разыграть сценку, используя написанный диалог, как сценарий. Предоставляя обучающимся задания на такие глубокие и “эмоциональные” темы, учитель должен убедиться в том, что у детей нет такой ситуации дома, чтобы задание случайно не стало травмирующим.

Это упражнение способствует развитию фонетических, лексических и грамматических навыков, а также всех видов речевой деятельности: чтение – при перечитывании текста песни, аудирование – при прослушивании песни и речи своего партнера, письмо – при прописывании текста диалога, и говорение, собственно, во время прочтения и инсценировки диалога.

Для того, чтобы сформировать рефлексивный компонент ключевого понятия, было решено включить в нашу технологию следующие упражнения:

- написание письменных работ, таких как эссе, сочинения, личные письма на темы, затрагиваемые в песне;

- обсуждение вопросов по песне (групповое / в малых группах / в парах);

- поиск и обсуждение отсылок, очевидных и скрытых смыслов песни, которые могут раскрыть произведение абсолютно с другой стороны.

Первое упомянутое в таблице упражнение мы рассмотрим подробнее. Ниже представлены возможные темы эссе, которые нужно написать старшим школьникам после прослу-

шивания и устного анализа, обсуждения смыслов песни:

“Secrets of the song name”

“Future fate of the lyrical hero”

“If I were a lyrical hero (of this song)”

Темы для личных писем (темы подбираются под конкретную песню):

“A letter from friend to support the lyrical hero”

“A letter from the lyrical hero to her grandmother”

“A letter from the lyrical hero to her best friend”

Написание письменных работ развивает не только лексические и грамматические навыки, но и такие виды речевой деятельности, как письмо и аудирование / чтение (в случае, если необходимо переслушать / перечитать текст песни). Благодаря некоторым темам письменных работ, выходящим за рамки данной в тексте информации, школьники подключают свое воображение, чтобы представить и изложить ситуацию с другой точки зрения: например, написать письмо от друга, который видит непростую ситуацию лирического героя со стороны.

Эффективность нашей технологии формирования языкового сознания была проверена во время опытно-экспериментальной работы, проведенной на базе МБОУ Школа № 124 г. Самара с обучающимися 10 класса. Ее целью было выявить уровень сформированности языкового сознания у старших школьников посредством анализа сформированности компонентов ключевого понятия (когнитивного, эмоционального, коммуникативного, рефлексивного) и благодаря занятиям, проведенным в соответствии с нашей технологией, улучшить вышеперечисленные компоненты.

Опытно-экспериментальная работа включала в себя констатирующий и формирующий эксперимент. В качестве методик диагностики сформированности уровня языкового сознания было выбрано анкетирование и тестирование.

В эксперименте участвовали обучающиеся двух групп 10 “А” класса, одна – экспериментальная (14 человек), другая – контрольная (14 человек). Проведя анкетирование и тестирование среди двух групп старших школьников 10 класса на этапе констатирующего эксперимента, мы увидели, что у многих обучающихся присутствует проблема с “погружением” в

чужой язык и пониманием аутентичного для носителей изучаемого языка материала (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

Мы решили разработать собственную технологию формирования языкового сознания на основе песенного материала на иностранном языке, которая помогла бы старшим школьникам повысить уровень сформированности языкового сознания и сделать занятия более интересными и увлекательными для обучающихся.

Сформированность компонентов ключевого понятия на этапе констатирующего эксперимента выражена в общем проценте – у первой, экспериментальной группы – 31 %, у второй, контрольной – 29,7 %.

Для того, чтобы проверить эффективность разработанной нами технологии формирования языкового сознания, мы решили использовать ее во время обучения старших школьников. Первая группа 10А класса выступала в качестве экспериментальной группы, в рабочий план которой мы включили разработанную нами технологию. На уроках мы прослушивали композицию “Family Portrait”, исполненную Р!NK, применяли составленные к ней упражнения, подробно представленные в предыдущем параграфе. Вторая группа 10А класса являлась контрольной группой, в которой занятия проводились по стандартному рабочему плану.

В ходе формирующего эксперимента было проведено повторное анкетирование и тестирование, направленные на выявление уровня сформированности языкового сознания (рис. 2). Результаты экспериментальной группы, в рабочий план которой мы внедрили разработанную нами технологию, отличались положительной динамикой: общий процент сформированности компонентов ключевого понятия вырос до 59,5 %, следовательно, уровень сформированности языкового сознания поднялся на 28,5 %.

Мы видим, что результаты контрольной группы, занятия в которой проходили по стандартному рабочему плану без применения нашей технологии, изменились лишь незначительно (рост общего процента сформированности компонентов ключевого понятия на 10,5%) ввиду того, что так или иначе обучающиеся были вовлечены в процесс обучения.

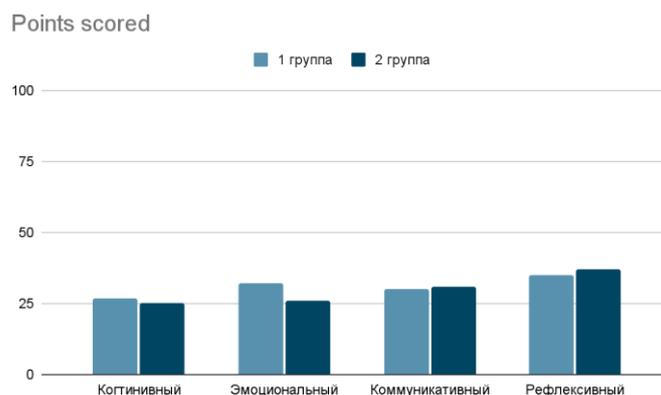


Рис. 1. Результаты на этапе констатирующего эксперимента

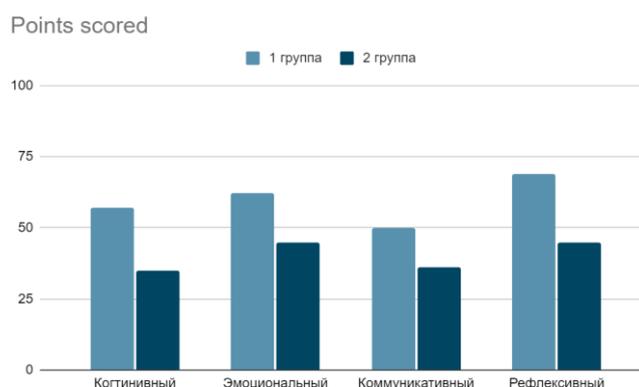


Рис. 2. Результаты на этапе формирующего эксперимента

После проведения уроков был проведен разговор с обучающимися об их эмоциях, впечатлениях, полученных на уроках, об успеваемости по английскому языку, нас интересовали их мнения и пожелания об уроках. Большинство обучающихся с особым вниманием и увлеченностью принимали участие в уроках, выразили положительное отношение к изучению иностранного языка, заинтересовались технологией с использованием песенного материала, а особенно тем, что практиковать изучение английского с музыкой можно и самостоятельно.

Таким образом, в ходе эксперимента мы доказали, что компоненты языкового сознания успешно формируются при использовании технологии формирования иноязычного сознания у старших школьников на основе песенного материала на иностранном языке, и такой способ подачи материала является увлекательным и интересным для старших школьников.

Заключение

На основе теоретических данных было выведено, что формирование языкового

сознания у школьников можно назвать одной из центральных проблем современной школы. Чтобы языковой материал и действия на иностранном языке стали для обучающегося осмысленными, они должны быть представлены не только с точки зрения “как”, но и с точки зрения “почему” и “зачем”. Различные народы в языковом смысле по-разному отражают объективную действительность. Задачей педагога является помочь обучающемуся вписать в свой индивидуальный контекст новый смысловой мир, представленный иностранным языком. На основе научной, психолого-педагогической и методической литературы мы дали собственное определение понятию “языковое сознание” и разработали структуру ключевого понятия «формирование языкового сознания» у старших школьников.

Также мы рассмотрели психологические особенности старших школьников и выявили психолого-педагогическую специфику их обучения иностранному языку. В результате проанализированных данных, мы сделали вывод, что педагогам старших классов следует учитывать специфику подростковой психики

при обучении, например, их интерес к вопросам морали и психологии людей в силу не до конца сформированной картины мира и иерархической системы ценностей, стремление лучше понимать других людей, думающих иначе. Приняв во внимание подростковую психику, учителя смогут подобрать наиболее подходящие задания, способствующие формированию языкового сознания.

Разработав и проведя анкетирование и тестирование, направленные на диагностику уровня сформированности языкового сознания среди старших школьников 10А класса МБОУ СОШ №124, мы обнаружили, что у многих обучающихся старшей школы есть признаки неполноценно сформированного языкового сознания (неточное понимание текста на английском языке, поверхностное погружение в смыслы, транслируемые в тексте и т.п.). Мы предложили современный метод решения проблемы – использование песенного материала на иностранном языке для обучения английскому языку старших школьников.

Этот метод способствует повышению мотивации к изучению иностранного языка, поскольку предлагает современный аутентичный контент для развития всех видов речевой деятельности: аудирования, чтения, письма и говорения, служит базой для формирования фонетических, лексических и грамматических навыков, способствует развитию социокультурной компетенции. Кроме того, данная технология позволяет изучать иностранные языки более увлекательным и эффективным способом.

Отобрав подходящий песенный материал и разработав технологию, способствующую формированию всех компонентов ключевого понятия, мы провели опытно-экспериментальную работу на базе МБОУ СОШ №124 г.о. Самары с целью проверить эффективность нашей технологии формирования языкового сознания. Опытно-экспериментальная работа включала в себя констатирующий и формирующий эксперимент.

После формирующего эксперимента была замечена положительная динамика в формировании языкового сознания старших школьников. У обучающихся улучшилось понимание иностранных текстов, они стали четче и точнее доносить мысли, применяя конструкции, аутентичные английскому

языку. Благодаря частому прослушиванию песен, исполненных носителями языка, качество произношения слов школьниками, также заметно улучшилось. Кроме того, веселая и раскрепощающая атмосфера во время занятий положительно сказалась на речевой деятельности обучающихся – задания, предложенные учителем активно обсуждались, все школьники были вовлечены в процесс.

Разработанная нами технология позволяет достичь нужного результата: узнать больше аутентичной лексики, улучшить фонетические навыки, больше проникнуться менталитетом группы, исполняющей песни одновременно наслаждаясь процессом – пением песен и их обсуждением в дружной компании одноклассников. Ярким преимуществом нашей технологии также является то, что каждый ученик сможет использовать её методы даже вне школы: например, внедрить в жизнь привычку вслушиваться в текст песни и «гуглить» неизвестные слова и конструкции.

Таким образом, можно сказать, что поставленные задачи нашей работы реализованы, цель достигнута.

Литература

1. Бобунова А. С. Формирование нравственно-эстетических ценностей учащихся основной школы средствами иностранного языка: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2021. 24 с.
2. Цветкова Т. К. Проблема сознания в контексте обучения иностранному языку // Вопросы психологии. 2001. № 4. С. 68–81.
3. Никифоров А. Л. Семантическая концепция понимания // Загадка человеческого понимания. М.: Политиздат, 1991. С. 72–94.
4. Second language learning and bilingualism. Psycholinguistics. A survey of Theory and Research Problems / ed. by Ch. E. Osgood, T. A. Sebeok. Bloomington: Indiana University Press, 1965. 260 p.
5. Кабанова О. Я. Основные вопросы методики обучения иностранному языку на основе концепции управления усвоением. М.: Изд-во МГУ, 1976. 139 с.
6. Тубол Н. А., Абдуллаева Г. Языковое сознание в обучении иностранному языку // Конотопський красназавчий збірник. Вип. I. 2013. 400 с.

7. Цветкова Т. К. Теоретические проблемы лингводидактики. М., 2002. 106 с.
8. Коблева С. Я. Учёт возрастных психологических особенностей старшеклассников // Вестник Адыгейского государственного университета. 2006. С. 65–70.
9. Попова С. В., Карандеева Л. Г. Формирование умений иноязычной письменной речи у обучающихся старших классов на основе личностно-ориентированного подхода // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2022. Т. 27. № 6. С. 1537–1544.
10. Кузнецова О. В. Формирование ценностного отношения к иноязычной культуре у старших подростков в языковой среде лингвистической гимназии: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. Пенза, 2013. 23 с.
11. Чернозипунникова Д. А., Кретьева Л. Н. Формирование коммуникативной компетенции в процессе обучения английскому языку // Педагогика и психология. 2021. № 5. С. 38–45. doi:10.24412/2712-827X-2021-5-38-45.
12. Гальперин П. Я. К психологии формирования речи на иностранном языке // Психолингвистика и обучение иностранцев русскому языку. М.: Изд-во МГУ, 1972. С. 60–71.
13. Милашевич В. В. К вопросу о роли схемы при обучении чтению на иностранном языке // Тезисы конференции молодых психологов. М., 1969. С. 234.
14. Кабанова О. Я. Формирование иноязычного сознания как условие формирования речи на иностранном языке // Тезисы 1-й Всесоюзной научно-методической конференции по методике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах университетов. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 81–84.

SCHOOLCHILDREN LINGUISTIC CONSCIOUSNESS FORMATION BASED ON FOREIGN SONGS MATERIAL

O. V. Zayonchkovskaya, M. P. Kozyreva

In this paper it is confirmed that in the current conditions of the school education program the linguistic consciousness of high school students is formed at an insufficiently high level and the introduction of new technologies for teaching a foreign language is required to solve this problem. Having analyzed the psychological and pedagogical features of the of high school age students' development, we got convinced that it is the most relevant period of personality development for the linguistic consciousness effective formation. We have developed a technology for the formation of linguistic consciousness based on foreign songs material and conducted an experiment to introduce this technology into the process of a foreign language teaching in the secondary school. In this paper, the effectiveness of our technology for the linguistic consciousness formation based on foreign songs material is proved due to experimental work carried out on the basis of Secondary School No. 124 in Samara with 10A grade students.

Key words: high school students; foreign songs material; technology of linguistic consciousness formation; dialogue of cultures; ascertaining and forming experiments.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024 г.

УДК 159.91

СРЕДСТВА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ К ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА: ОБЗОР НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н. В. Иванушкина, А. В. Егорова

Статья посвящена анализу исследований дидактической адаптации студентов и методов коррекции психоэмоционального состояния в психолого-педагогической практике. Рассматривается степень изученности обозначенной проблематики в работах, посвященных методам коррекции психоэмоциональных состояний в процессе дидактической адаптации студентов, в том числе и ольфакторным, как перспективным методам коррекции психоэмоционального состояния, основанного на воздействии запахов на лимбическую систему человека. В статье приводится обзор трудов отечественных и зарубежных ученых, которые подтверждают перспективность метода ольфактотерапии. Определяются направления специальных исследований, затрагивающих перспективы развития метода ольфактотерапии, как инструмента в психолого-педагогических методиках.

Ключевые слова: дидактическая адаптация; ольфакторный; лимбическая система; психофизиологический метод; сопровождение.

Уровень развития современного общества предъявляет всё более высокие требования к качеству подготовки выпускников вуза. В Указе Президента Российской Федерации №343 от 12.05.2023 года, говорится о том, что система образования России требует поиска новых форм, методов обучения, направленных на совершенствование учебного процесса и подготовки молодых специалистов к условиям рыночной экономики. Согласно данным статистики около 20 % первокурсников прекращают свое обучение уже после первого семестра. Главная причина этого заключается в возникновении сложностей у студентов с освоением образовательной программы. Таким образом, одной из ключевых проблем системы высшего образования России на сегодняшний день является проблема дидактической адаптации. В этой связи, актуальным является поиск новых инструментов для сопровождения дидактической адаптации студентов вуза.

Условия и методы исследования

Мы провели литературный обзор научных трудов на основе ресурсов поисковых систем

PubMed и eLIBRARY по вышеуказанным ключевым словам. Для данного обзора мы использовали статьи, содержащие теоретическую и экспериментальную базу по вопросам, касающимся проблем дидактической адаптации и подходов к ее сопровождению.

Целью данной работы является обобщение литературных данных о различных методах и формах психолого-педагогического сопровождения дидактической адаптации.

Результаты и их обсуждение.

Проблема эмоций, психического и физического здоровья человека, эмоциональной безопасности в настоящее время особенно актуальна для людей, испытывающих ежедневные перегрузки различного характера. Одной из таких групп людей являются студенты. Обучающиеся в период занятий испытывают широкий спектр эмоциональных переживаний.

Проблемы эмоционального состояния рассматриваются в отечественной психологии (Ю. Л. Александровский, П. К. Анохин, Н. Я. Батова, В. К. Вилюнас, Н. Н. Грот, Б. И. Додонов, А. Н. Леонтьев, П. В. Симонов,

© Иванушкина Н. В., Егорова А. В., 2024.

Иванушкина Наталья Викторовна (inw38641@mail.ru), заведующий кафедрой педагогики;

Егорова Анна Владимировна (zulini@yandex.ru),

магистрант I курса психологического факультета Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Е. Д. Хомская и др.) и в работах зарубежных авторов (М. Арнольд, В. Вундт, Д. Гоулман, Ч. Дарвин, Р. Декарт, У. Джемс, Д. Линдсли, Дж. Локк, У. Мак-Дугалл, Э. Ортони, Х. Остер, Р. Плутчик, С. Томкинс, Дж. Уотсон, П. Н. Фрийд и др.). Особенности эмоционального состояния в период сессии освещены в работах (А. Н. Акопян, Л. Д. Маркина, А. В. Плеханова, Ю. В. Украинцева, А. Я. Чебыкин, Е. А. Юматов). Программа психолого-педагогической коррекции эмоциональных состояний представлена в исследованиях отечественных и зарубежных ученых (В. И. Долгова, В. И. Загвязинский, Ю. А. Конаржевский, Дж. Боулби). Наиболее сильными эмоциональными колебаниями становятся в период сессии. Экзаменационная ситуация позволяет оценить, насколько сильны эмоциональные факторы у студентов всех курсов. Каждый человек испытывает эмоции по-разному на одну и ту же ситуацию, к примеру, при получении оценки за экзамен, если хорошая оценка не которую студенты радуются, а некоторые плачут. Самое сильное переживание у студентов – это переживание гнева и агрессии. В работах С. Ш. Казданян, С. М. Джаладян описано, что экзамен является одним из самых трудных моментов в течение учебного года. Очевидно, что экзаменационный процесс сопровождается затратами дополнительных психоэмоциональных и энергетических ресурсов. Это приводит к повышенному уставанию студентов, и даже у выносливых студентов в период сессии появляется постоянное желание отдохнуть. Вдобавок повышается раздражение на окружающих [1]. Для хороших результатов сессии, помимо знаний, необходимо сбалансировать эмоциональное состояние студентов. Именно оно в наибольшей степени влияет на психическое состояние человека. При дестабилизации эмоционального фона начинается предстартовое волнение и напряжение, что может привести к трудности воспроизведения усвоенного материала, или спровоцировать безразличие к данной ситуации и не желание в ней оставаться [2]. В этой связи, экзамен является ситуацией, в которой психическое здоровье студентов значительно страдает, возникают и закрепляются отрицательные эмоции: страх, агрессивность, тревога, напряжение и фрустрация.

Фрустрация является наиболее сложным эмоциональным состоянием, возникающим при невозможности достигнуть поставленной цели и ее реализовать. Уровень фрустрации у неуспевающих студентов выше, чем у успевающих. В случае хронической фрустрации личность может претерпевать изменения: агрессивность, нерешительность, безынициативность, ригидность, зависть и другое. Такие состояния возникают у студентов в период прохождения или подготовки к сессии и это может привести к потере таких качеств личности, как: целеустремленность, настойчивость, внимательность, трудолюбие.

К таким эмоциональным перегрузкам студенту необходимо адаптироваться в течение всего периода обучения.

Важной является адаптация к образовательным программам и фондам оценочных средств, так называемая дидактическая адаптация. В Российской психолого-педагогической науке существует ряд исследований, посвященных дидактической адаптации студентов (М. И. Дьяченко, Л. А. Кондыбовича, Б. А. Бенедиктова, А. Г. Смирнова, Н. В. Бордовской, В. П. Борисенкова, Б. Т. Лихачёва, М. Д. Мартыновой, А. Ю. Морозовой, А. А. Реана, Ю. В. Стафеевой). Сущность и психологические механизмы дидактической адаптации представлены в исследованиях Ф. Б. Березина, В. В. Богословского, В. В. Лагерера, Л. Ф. Мирзояновой, Р. С. Немова, А. В. Петровского, М. С. Яницкого и др. Во многом особенности дидактической адаптации связаны с различиями между деятельностью учащихся разных курсов в условиях вуза. Изменение интенсивности интеллектуальной нагрузки, объема усваиваемых знаний, которые многократно возрастают в период сессий. Качественные различия характеризуются постоянно изменяющимся кругом изучаемых предметов, появлением профильных дисциплин, с которыми студент связывает свою личную перспективу, изменением содержания учебного процесса (в большинстве случаев учебников, полностью соответствующих программе вуза, нет и приходится пользоваться несколькими источниками, основанными на различных подходах); изменением в формах контроля и оценки учебной деятельности; изменением характера взаимоотношений преподавателя и студента. Студенту

первого курса необходимо адаптироваться одновременно к новым требованиям, предъявляемым вузом, к новым условиям обучения, к новым подходам предоставления информации. Дидактическая адаптация первокурсников к образовательному процессу предполагает воздействие целого ряда влияний, включающего в себя комплекс как субъективных (зависящих главным образом от самих студентов), так и объективных (в большей степени зависящих от внешних обстоятельств) факторов, к числу которых можно отнести содержание и организацию самой учебной деятельности в вузе [3]. Однако, дидактическая адаптация происходит не только у первокурсников, но и у обучающихся на всем протяжении образовательного процесса. С увеличением ступени обучения, повышается учебная нагрузка, акцент смещается в сторону самостоятельного обучения, уменьшается количество аудиторной работы с преподавателем. Эти особенности образовательного процесса требуют постоянной дидактической адаптации студента [4]. Для коррекции психоэмоциональных состояний в процессе дидактической адаптации студентов используются различные подходы, в том числе комплексные методики.

Перспективными методами в этом направлении ученые считают ольфакторные и ароматерапевтические.

Восприятие запахов имеет сильную эмоциональную составляющую, но несмотря на это, обонятельная система изучается в психологии заметно реже других сенсорных систем. Значение обонятельного анализатора в реализации личностной активности в настоящее время недооценивается. В своих работах Б. Г. Ананьев писал: «Имеются многие данные, свидетельствующие о том, что сенсорно-перцептивные процессы, будучи отражением объективной действительности и регуляторами деятельности, относятся к коренным феноменам жизнедеятельности, связанным с глубокими слоями целостной структуры человеческой личности. Представление о том, что сенсорно-перцептивные процессы относятся к низшим психическим функциям и, составляя как бы периферию субъекта, не входят в его основную структуру и индифферентны к личности, надо признать устаревшими. Дело в том, что основными моделями

сенсорно-перцептивных процессов всегда избирались и избираются зрение и слух, в меньшей мере – осязание и другие так называемые механические чувства и почти никогда – вкус, обоняние, несмотря на чувствительность, так называемые химические чувства, непосредственно включённые в метаболические процессы» [5]. Изучению системы восприятия запахов уделяется недостаточное внимание.

Работы Е. А. Петровой и П. В. Пичугина показывают, что исследования воздействия запахов на психологическое состояние относятся к категории редких для классической науки. Однако, эти труды весьма востребованы в практике. Изучение особенностей морфологической структуры нервной системы показывает, что лимбическая система происходит как от обонятельной – одной из самых древних систем, так и от зрительной и слуховой – эволюционно более молодых систем. Функционально лимбическую систему чаще всего связывают с обонятельной, поскольку она имеет наиболее выраженные связи с сенсорной. Попытки создать систему запахов наблюдались уже в 19 веке. Большинство первых каталогов учитывали только психологические показатели [6–8]. К середине 20 века с развитием науки стали исследовать физическую и химическую природу ароматических веществ (одорантов). Дж. Оймура и Р. Оймура выдвинули идею (1949 г.), которая основана на том, что восприятие первичных запахов определяется совпадением формы молекулы ароматического компонента с формой обонятельных рецепторов. Согласно стереохимической теории восприятия запахов существуют семь основных запахов, пять из которых – цветочный, камфарный, мятный, эфирный, мускусный – определяются формой, а ещё два – едкий и запах гнили – электрическим зарядом молекулы [9]. Работы Дж. Оймура были посвящены синтезу молекул с заданными параметрами, которые впоследствии обладали предсказанным запахом. Лауреаты Нобелевской премии по физиологии и медицине Л. Бак и Р. Аксель исследовали систему восприятия запахов и установили, что развитие обонятельного анализатора человека детерминируется более, чем 350 генами. Совокупность этих рецепторов позволяет человеку различать порядка 10 000 различных запахов. Исследования учёных показали, что

сложные запахи состоят из более простых и воспринимаются в результате возбуждения разных видов обонятельных клеток. Существуют два способа определения запаха: первый – естественный при реальном вдыхании аромата и второй – мнимый, вызываемый в сознании ассоциативные образы, связанные с различными событиями» [10]. Паузе Б. М., Микаэла Золь Ш. описывают, что «запахи – прекрасные триггеры, ключевые слова для автобиографической памяти, которая возвращает нас в прошлое». Эффекты одорантов подразделяют по принципу взаимодействия с обонятельными рецепторами и абсорбции в слизистую носовой полости [10]. Специфической группой веществ являются эфирные масла растений. Они воздействуют на обонятельную систему двумя путями: нервно-рефлекторным и гуморальным. Эфирные масла относят к многокомпонентным органическим соединениям. В их состав входят терпены и их кислородсодержащие производные: спирты, кетоны, эфиры, альдегиды, а также ароматические углеводороды» [1]. Эфирные масла классифицируют по скорости испарения на верхние (головные, начальные), средние (основные, сердцевинные, сердечные) и нижние (фоновые, конечные). Эти особенности учитываются при составлении ароматических смесей. Начальные ноты определяют первое восприятие и «очень быстро испаряются» [11]. Сердцевинные компоненты распознаются спустя некоторое время и «обладают тёплым и мягким запахом» [11]. Фоновые ноты – это чаще всего тяжёлые масла с доминирующим ароматом, которые сохраняются дольше и замедляют испарение других масел» [11].

Изучение воздействия эфирных масел или соединений терпентинной природы медицина занимается «Ароматерапия». Ароматические вещества оказывают на человека нефармакологическое воздействие как физически, так и эмоционально. В работах исследовались возможности ароматерапии при различных вирусных инфекциях, патологиях сердечно-сосудистой, дыхательной систем, климактерических нарушениях у женщин, перинатальной патологии, гериатрических расстройствах. В исследованиях показано, что одоранты благодаря их компонентному составу оказывают влияние, подобное по структуре и действию с естественными соединени-

ями, регулирующими физиологические функции организма. Доказано, что ароматы через проникновение молекул в кровоток оказывают химическое воздействие. Наблюдения физиологических реакций при воздействии эфирных масел после абсорбции их в условиях исключения обонятельного воздействия подтверждают этот механизм. Доказано изменение функционального состояния стенок периферических кровеносных сосудов сразу после воздействия некоторых одорантов.

В терапии конкретного патологического состояния применяются определённые эфирные масла [12]. Однако, считается, что «эффект эфирного масла индивидуален для каждого пациента и не будет одинаковым для всех» [13]. Например, при купировании болевого синдрома эфирные компоненты подбирают в зависимости психоэмоциональных особенностей человека и функционального состояния вегетативной и центральной нервной систем организма [14]. Научные исследования показывают, что одоранты растительного происхождения способны оказывать влияние на физиологические параметры, такие как частота сердечных сокращений, частота дыхания и артериальное давление [15]. Например, аромат цветка сливы способствует повышению активности областей мозга, связываемых с речью, памятью и движениями [16].

Для проработки глубинных свойств памяти был разработан особый метод ольфакто-терапии, который основан на функциях обоняния и сочетает в себе принципы психологии и ароматерапии в цепи «запах-воспоминание». Ароматические компоненты через слизистую носа проникают в лимбическую систему мозга, которая отвечает за эмоциональную память и таким образом непосредственно влияют на наше эмоциональное состояние [17]. Ольфакто-терапия была создана во Франции в 1990-х годах Жилем Фурнилем. Носовую полость и носоглотку можно рассматривать как входные ворота для ароматов, которые затем поступают в организм и воздействуют на наше самочувствие. В данном методе применяются не только в одоранты растительных эфирных компонентов, но и синтезированные для создания воспоминаний ароматы (запах города, запах метро, запах магазина и другие). Ароматические элементы, содержащиеся в эфирных маслах всё же явля-

ются для ольфактотерапии наиболее часто используемыми. Ольфактотерапия рассматривает воздействие компонентов эфирных масел, в зависимости от хемотипа растения. Именно хемотипом в понимании ольфактотерапии обусловлены уникальные свойства эфирных масел.

Психофизиологическая коррекция с помощью эфирных масел исследована в нескольких научных трудах. В сравнительном исследовании воздействия эфирных масел на психологическое состояние человека Таврического и Университета культуры и искусств под авторством Кириллова А. В., Панова С. А., Лесова Л. Д. были представлены четыре эксперимента, в каждом из которых группе людей предлагались для вдыхания через аромаингалятор эфирные масла: Сосны (*Pinus sylvestris* L.), Лимона (*Citrus limon*), Лаванды (*Lavandula angustifolia*) и Шалфея (*Salvia officinalis*). Эфирные масла лаванды и шалфея уменьшали тревожность (ситуационную и субъективную) и повышали настроенные участников эксперимента. Эфирный комплекс лаванды изменял активность и улучшал эмоциональное состояние испытуемых. Эфирный комплекс сосны вызывал лишь улучшение настроения участников эксперимента, лимона – уменьшал субъективную тревожность [18]. В исследовании китайских учёных: Я-Хуэй Чунг, Шиу-Джен Чен, Чинг-Лууг Ли, Чун-Вэй Ву, Ю-Сен Чан «Расслабляющее действие эфирных масел *Pseudotsuga menziesii* и *Lavandula angustifolia* при дыхании на психофизиологический статус пожилых людей» испытуемые вдыхали эфирные масла Лаванды и Пихты Дугласа во время садово-дачной деятельности и в помещении. В результате исследования ученые зафиксировали снижение частоты высоких β - и γ -волн в головном мозге, что подтверждает расслабляющий эффект указанных в исследовании эфирных масел [19].

Третье исследование «Возможности гипно- и ароматерапии в лечении панических расстройств» Пospelова М. Л., Ефимцев А. Ю., Алексеева Т. М. Иванова Н. Е., Труфанов Г. Е., проведённое на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова, Минздрава России» посвящено изучению ароматерапии в комплексе с гипнотерапией в лечении жен-

щин с паническими расстройствами. Проведение терапии показало уменьшение количества пациентов с различными видами панических атак. Эффект от курса лечения сохранялся и даже усиливался через полгода после его проведения. Также было выявлено значимое улучшение состояния пациенток с вегетативными нарушениями в межприступный период. Произведенный курс терапии позволил шести из восьми пациенток отказаться от медикаментозного лечения [13]. Одной из главных проблем по мнению ольфактотерапевтов является бессознательность испытываемых людьми эмоций. Многими учёными определено, что эмоция может оказывать влияние на состояние человека: поведение, способность к сосредоточению, появлению напряжения в теле, а впоследствии и появлению болезни. Подавленные эмоции препятствуют установлению гармоничных отношений между человеком и его окружением. Ж. Фурниль, основатель ольфакторного метода, говорит о том, что ольфактотерапия помогает человеку опереться на свой прошлый опыт и примиряет разные полюсы его субличности.

Во Франции сеансы ольфактотерапии называют обонятельными уроками. Даниэль Пэноэль – классик французской ароматерапии совместно с Пьером Франком и Роже Жолуа создали одну из самых авторитетных энциклопедий ароматерапии «Абсолютно точная информация об ароматерапии. Энциклопедия применения ароматических экстрактов терапии» («L'aromathérapie exactement» Pierre Franchomme, Daniel Pénéol, Roger Jollois). В ней авторы обращают внимание на то, что в некоторых случаях, при применении стандартной ароматерапии по биохимическим протоколам излечение болезни не происходило [6; 7]. Однако извлечение квантового количества эфирного масла при вдыхании мгновенно оказывало целебное воздействие. На протяжении в течение двенадцати лет работала в неврологическом отделении больницы Раймона-Пуанкаре в Гарше (Лечения электростимуляцией. нового метода реабилитации. В рамках этой программы первая во Франции компания, специализирующаяся на косметологии, впервые представлена. Executive Women (Семинары по ароматерапии были проведены организацией SEW. [8]. Пациенты с черепно-мозговыми трав-

мами или люди, перенесшие инсульт, часто испытывают трудности с памятью и выражением мыслей. Мари-Франс Аршамбо организовала серию семинаров SEW по психомоторной терапии. В партнерстве с International Flavors and Fragrances, фирмой, занимающей лидирующие позиции в области производства парфюмерной продукции, был создан ольфакторный комплекс, вызывающий аппетит и ассоциации с приятными воспоминаниями. В ходе индивидуальных или групповых семинаров пациенты участвуют в обсуждении и обмене мнениями. Воздействие одорантами превращалось в захватывающее путешествие и благодаря этим манипуляциям к некоторым пациентам возвращались воспоминания детства. Мариса Денос, нейропсихолог больницы Ла Питье-Сальпетриер отмечает, что пациентам, страдающим изменениями в когнитивных функциях, вызванными инсультом, черепно-мозговой травмой, болезнью Альцгеймера или рассеянным склерозом, на занятиях с ольфактотерапевтом могут избавиться от тревожных расстройств и улучшить работу различных видов памяти. Запах может быть использован для диагностики различных заболеваний [20]. Древние врачи полагались на свое обоняние для постановки диагноза, задолго до появления современных методов. Например, запах спелого яблока мог указывать на различные заболевания, такие как чума, желтая лихорадка или даже сахарный диабет. Научные исследования показывают, что даже собак можно обучить обнаруживать различные болезни, например, рак мочевого пузыря. Российские ученые также исследуют возможности обонятельной терапии. Так, в своей статье Линде Н. Д. профессор Московского института психоанализа, кандидат психологических наук, руководитель секции эмоционально-образной терапии, действительный член Профессиональной Психотерапевтической Лиги, говорит о том, что «причины эффективности ольфакторной терапии в купировании болевого синдрома до сих пор до конца непонятны, но результаты впечатляющие. Ученый утверждает, что это совершенно новый и необычный психологический феномен». Теория Линде Н. Д. основана на том, что эмоции или болевые симптомы, если их осознать в форме запаха, начинают анализироваться в области обонятель-

ного мозга – самой древней структуры мозга, отвечающей за восприятие запахов, вкус и эмоции. Это обусловлено одной и той же способностью к химической чувствительности, которая возникла одной из первых. Эмоции выступают звеном, которое определяют химическую чувствительность. Каждая эмоция способна вызвать сдвиг в химическом балансе организма: увеличение или уменьшение поглощения кислорода, выброс адреналина или норадреналина в кровь и т.д. [21]. Человек под руководством ольфактотерапевта представляет запах боли или отрицательных эмоций и после этого чаще всего возникают ассоциации с неприятными запахами. Лимбическая система начинает реагировать на это состояние, таким образом восстанавливая химический баланс организма. В результате этой реакции отрицательная эмоция или боль исчезают, а состояние человека возвращается к норме. Исследования профессора Н. Д. Линде показывают, что ольфакторный метод может рассматриваться, как экстренный при снятии психосоматических болей. Человеку предлагается представить образ запаха имеющейся боли у себя на ладони. Далее если образ запаха боли представлен, то пациенту предлагается его обонять, до момента, пока образ запаха не изменится. Обычно запах боли весьма неприятен, это может быть запах паленой резины, горелого, гнилого или смердящего. В конце сеанса, он всегда изменяется на запах свежести (запах свежескошенного сена, ментола, морского бриза, свежего снега и т.д.). В момент, когда произойдут изменения, болевой синдром купируется одновременно с возникновением запаха свежести [22]. Процесс снятия болевого ощущения через ольфакторное восприятие чаще всего связывают с коррекцией негативной эмоции, вызванной той или иной проблемной ситуацией из жизни человека. Ученники доктора Линде Н. Д. продолжают исследовать возможности данного метода. Например, Наталья Фомина сообщила о случаях исчезновения кисты яичника после обоняния воображаемого запаха эмоций, связанных с нею, что подтверждается результатами ультразвукового исследования. В настоящее время исследования влияния ароматических веществ на психо-эмоциональное состояние приобретают значительные масштабы. Помимо традиционных областей науки, в этом направлении

работают ученые новых сфер, таких как нейрофизиология и нейропсихиатрия.

Заключение

Проанализированные исследования подтверждают, что метод ольфактотерапии может стать новым инструментом в сопровождении дидактической адаптации студентов вуза. В России метод ольфактотерапии только начинает обозначать свои перспективы, которые могут активно развиваться в аспекте дидактической адаптации студентов вуза.

Литература

1. Казданян С. Ш., Джаладян С. М. О проявлении агрессии и конфликтности у студентов в период экзаменационной сессии // Бюллетень науки и практики. 2017. № 5. С. 271–279.
2. Ирисова О.А. Ароматерапия: Практическое руководство. М.: Изд-во МГУ, 2002. 128 с.
3. Арефьева А.В., Фатеева Н.М., Глухих Т.А., Турышева А.А. Адаптация студентов к учебному стрессу // Пульс. 2012. Т. 14. № 1. С. 89.
4. Андреева Е. А., Соловьева С. А. Особенности проявления стресса у студентов во время сдачи экзаменационной сессии // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2016. № 1. С. 140–143.
5. Effect of inhalation aromatherapy with lavender essential oil on stress and vital signs in patients undergoing coronary artery bypass surgery: A single blinded randomized clinical trial / A. Bikmoradi, Z. Seifi, J. Poorolajal [et al.] // *Complementary Therapies in Medicine*. 2015ю Vol. 23 (3). P. 331–338. DOI: 10.1016/j.ctim.2014.12.001.
6. Baudoux D. L'aromathérapie. Se soigner par les huiles essentielles. Bruxelles, éditions Amyris, 2008. 255 p.
7. Faniel A. L'olfactothérapie - Sentir pour mieux se sentir. Editions Amyris SPRL, 2012. 213 p.
8. Géraud G., Mary R., Sommerard J-Ch., Béhar C. Le Guide de l'olfactothérapie: Les huiles essentielles pour soigner notre corps et accompagner nos émotions. Paris, Editions Albin Michel, 2011. 301 p.
9. Aroma oil therapy in palliative care: a pilot study with physiological parameters in conscious as well as unconscious patients / M. Goepfert, P. Liebl, N. Herth [et al.] // *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*. 2017 Vol. 143 P. 2123–2129. DOI: 10.1007/s00432-017-2460-0.
10. Pfaffmann C. Taste and smell // *Handbook of Experimental Psychology*. New York: John Wiley & Sons; London: Chapman & Hall, 1951. P. 1143-1171.
11. Кириллова А. В., Панова С. А., Лесова Л. Д. Сравнительная оценка влияния эфирных масел на психофизиологический статус человека // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. 2021. Т. 24 (63). № 2. С. 150–156.
12. Петрова Е. А., Пичугин П. В. Актуальные проблемы изучения мира ароматов: междисциплинарный подход // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2021. Т. 20. № 2 (159). С. 5–9.
13. Возможности гипно- и ароматерапии в лечении панических расстройств / М. Л. Поспелова, А. Ю. Ефимцев, Т. М. Алексеева [и др.] // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 2. С. 149.
14. Рязанцев С. В. В мире запахов и звуков (Занимательная оториноларингология). М.: ТЕР-РА, 1997. 432 с.
15. Сероштан Е. П., Громак В. В. Ароматерапия в лечении хронических болевых синдромов // *Традиционная медицина*. 2008. № 4 (15). С. 50–53.
16. Шутова С. В. Ароматерапия: физиологические эффекты и возможные механизмы (обзор-литературы) // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2013 Т. 18. Вып. 4–1. С. 1330-1336.
17. Янг К. Ароматерапия. Эфирные масла. Лечебные свойства. Практика применения. М.: Будущее Земли, 2022. 416 с.
18. Эймур Дж., Джонстон Дж., Рабин М. Стереохимическая теория обоняния // *Восприятие. Механизмы и модели* / под ред. и с предисл. Н. Ю. Алексеенко. М.: Мир, 1974 С. 86–96.
19. Relaxing Effects of Breathing Pseudotsuga menziesii and Lavandula angustifolia Essential Oils on Psychophysiological Status

in Older Adults / Y.-H. Chung, S.-J. Chen, C. L. Lee [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public. Health. PMID: 36429972 PMCID: PMC9690885. DOI: 10.3390/ijerph192215251.

20. Zigmond A. C., Snaith R. P. The Hospital Anxiety and Depression scale // Acta Psychiatr. Scand. 1983. Vol. 67. P. 361-370.

21. Линде Н. Д. Эмоционально-образная терапия М.: Изд-во МосГУ, 2004. 375 с.

22. Линде Н. Д., Макарова Л. Д. Новые горизонты методики обоняния воображаемого запаха // Эмоционально-образная терапия. Сборник статей. М.: Социальное здоровье России, 2011. С. 28–40.

OLFACTOTHERAPY AS A PROMISING METHOD OF CORRECTING PSYCHO-EMOTIONAL STATES: REVIEW OF SCIENTIFIC RESEARCH

A. V. Egorova, N. V. Ivanushkina

The article is devoted to the analysis of studies of didactic adaptation of students and methods of correction of psycho-emotional state in psycho-pedagogical practice. The article considers the degree of study of the indicated problems in the works devoted to the methods of correction of psycho-emotional states in the process of didactic adaptation of students, including olfactory, as promising methods of correction of psycho-emotional state based on the effect of odours on the limbic system of a person. The article provides a review of the works of domestic and foreign scientists, which confirm the promising method of olfactotherapy. The directions of special researches concerning the prospects of development of olfactotherapy method as a tool in psychological and pedagogical methods are defined.

Key words: didactic adaptation, olfactory, aromatherapy, limbic system, psychophysiological method, support.

Статья поступила в редакцию 01.06.2024 г.

СРЕДСТВА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ КОММУНИКАТИВНЫХ УМЕНИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

А. А. Кербель, Н. В. Иванушкина

В статье обозначена важность развития коммуникативных навыков среди младших школьников. На примере одного из образовательных учреждений г.о. Самара представлены результаты исследования, проведенного среди учащихся второго класса. Результаты обозначенного исследования позволили выявить, что степень готовности к сотрудничеству со сверстниками среди исследуемых учащихся находится в значительной корреляции от приверженности к признанию авторитета взрослого человека. Дополнительные выводы проведенного исследования состоят в том, что педагогу и психологу необходимо разделить между собой мероприятия, нацеленные на рациональное восприятие авторитета педагога и совершенствование конструктивного взаимодействия со сверстниками. Выявленные итоги исследования позволили определить психологические и педагогические подходы для разработки цикла мероприятий, направленные на совершенствование младшими школьниками коммуникативных умений.

Ключевые слова: коммуникативное умение, младший школьник, авторитет, педагог, сверстник.

Формирование коммуникативных умений младших школьников необходимо для их социализации в образовательной организации и окружающей среде. В начальной школе многие обучающиеся впервые привыкают к новым социальным условиям, требующих от них коллективного подхода к решению общих задач. Коммуникативные умения – это осознанные действия субъектов педагогического общения и их умение правильно выстраивать свое поведение, и управлять им в соответствии с задачами коммуникации [1, с.33]. Обозначенной проблеме посвящено множество научных трудов. Одни исследователи рассматривали коммуникативные умения как навыки, необходимые для социализации человека в целом [2, с. 306]. Другие психологи и педагоги преимущественно склонны разделять подходы к коммуникативным умениям детей и взрослых [3, с. 56]. Существует также плеяда исследователей, которая рассматривает коммуникативные умения в контексте периода обучения в школе [4, с. 9]. Несмотря на

достаточно высокую степень разработанности проблемы, в современных условиях цифрового общества, целесообразно выявить дополнительные возрастные особенности, которые способствуют или препятствуют формированию коммуникативных умений среди младших школьников.

Условия и методы исследования

В целях достижения ответа на вопрос, связанный с определением уровня сформированности коммуникативных умений младших школьников, было проведено исследование в муниципальном образовательном учреждении г.о. Самара. В качестве выборки были определены учащиеся второго класса (29 человек), среди которых 14 мальчиков и 15 девочек.

Методами настоящего исследования выступили: теоретические (анализ научной литературы по теме исследования, цитирование); эмпирические («Рукавички» (Г.А. Цукерман), «Дорога к дому» (модифицированное задание «Архитектор-строитель»);

методы количественной обработки результатов.

Результаты и их обсуждение

В процессе проведения исследования были реализованы следующие диагностические методики:

1) методика «Рукавички», разработанная Г.А. Цукерман, рассчитана на совместные действия младших школьников в паре. Она помогает выявить умение договариваться, приходиться к общему решению, умение убеждать, аргументировать и т.п. Сущность обозначенной методики состоит в том, что двум обучающимся необходимо украсить идентичным способом изображение рукавичек. Результаты применения методики выявляются посредством трех уровней:

- низкий уровень означает, что младшие школьники между собой не могут прийти к согласию, договориться, настоять на своём (1 балл);

- средний уровень указывает на некоторые общие признаки коммуникации между младшими школьниками (2 балла);

- высокий уровень характеризует достаточно тесную коммуникативную связь между исследуемыми школьниками (3 балла).

2) методика «Дорога к дому» (модифицированное задание «Архитектор-строитель») также подразумевает совместное выполнение действий младшими школьниками. Данная методика помогает выявить умение отображать в речи существенные ориентиры действия, а также способность передавать их партнеру. Школьники сидят друг напротив друга за столом, перегороженным экраном. Одному школьнику предоставляется карточка, на которой предусмотрено изображение пути к дому.

Другом школьнику передается карточка лишь с ориентирами – точками. Задача младших школьников состоит в том, что необходимо договориться между собой для отображения на второй карточке идентичного пути к дому в соответствии с первой карточкой. Представленная методика предполагает оценку результативности при определении коммуникативных навыков по следующим параметрам:

- низкий уровень указывает на отсутствие способности младших школьников договориться между собой (1 балл);

- средний уровень отображает частичные положительные результаты выполнения младшими школьниками задания с карточками (2 балла);

- высокий уровень соотносится с абсолютной коммуникацией между младшими школьниками и выраженными чувствами эмпатии по отношению друг к другу (3 балла).

По результатам применения двух обозначенных методик были получены данные, указанные на рисунке (рис.1).

Исходя из полученных результатов, следует, что среди исследуемых младших школьников в среднем треть обучающихся не готова к диалогу со сверстниками. Это означает, что данное число респондентов не обладает стремлением к поиску компромисса и построению диалога, указывая на некоторую эмоциональную деструктивную составляющую развития их личности. Чуть менее половины всех исследуемых младших школьников частично готовы находиться в состоянии коммуникации со сверстниками и выполнить совместные действия. Лишь незначительная часть респондентов второго класса обладает выраженными коммуникативными умениями.

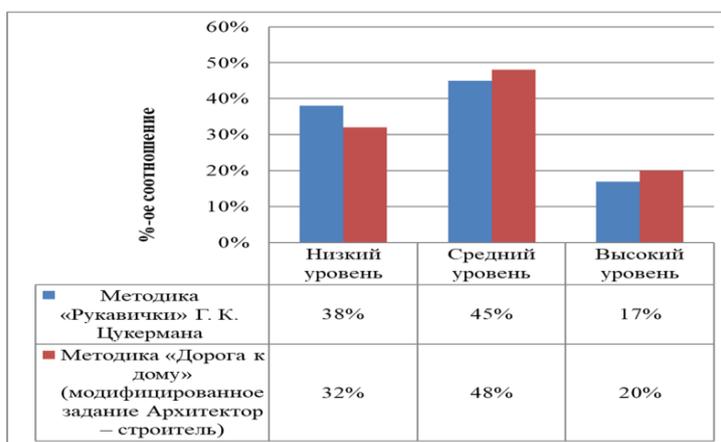


Рис. 1. Результаты применения методик среди учащихся второго класса в муниципальном образовательном учреждении г.о. Самара

Если рассматривать более фрагментарно результаты реализации методик, то представляется возможным сформулировать следующие выводы:

- исследуемые школьники более склонны выполнить общую задачу со сверстниками по заданию взрослого, нежели проявить инициативу для совместного поиска решения проблемы;

- существует вероятность, что при выполнении общего задания более замкнутые школьники идут на компромисс с целью достичь результата в интенсивной форме, чем получить опыт от осуществления каких-либо действий на совместной основе;

- большинство исследуемых учащихся второго класса из-за специфики образовательной среды склонны находить пути решения проблемы, что указывает на положительный эффект практических заданий, которые младшие школьники получают от своего педагога;

- в случае, если младшие школьники заинтересованы друг в друге в процессе коммуникации, снижается склонность к признанию авторитета педагога и необходимости выполнения какого-либо обязательного задания;

- среди детей, проявивших наибольшую склонность к взаимодействию и коммуникации, также прослеживается заинтересованность в совместном решении задачи, не связанной с обязательным поручением от педагога;

- результаты исследования отобрали дисбаланс между признанием авторитета педагога и склонностью к диалогу со сверстниками среди исследуемых младших школьников;

- суммарное количество баллов в рамках методики «Рукавички» Г.А. Цукерман выявляет, что выполнение задания от авторитетного взрослого в большей степени демотивирует стремление младших школьников к взаимодействию друг с другом;

- реализация методики «Дорога к дому» также показала негативную тенденцию в отношении склонности построения диалога при выполнении совместных заданий;

- позитивным элементом выступает тенденция к реализации младшими школьниками самостоятельных задач, что указывает на выраженный потенциал для педагога при развитии коммуникативных умений среди учащихся;

- среди школьников, которые не

обладают выраженными способностями коммуникативной направленности, превалирует склонность к признанию авторитета педагога в качестве опоры для функционирования в общественной системе;

- чем более в младшем школьнике формируется коммуникативное умение взаимодействовать со сверстниками вне влияния взрослого, тем менее прослеживается ориентация на взрослого как на опору при обеспечении собственной социализации;

- возрастные особенности учащихся второго класса показывают, что степень приоритетности при взаимодействии со сверстниками и взрослыми в случае большей развитости коммуникативных навыков примерно идентична;

- наибольшее внимание заслуживают младшие школьники, которые не способны проявить готовность к сотрудничеству со сверстниками, по причине вероятности развития боязни принимать собственные решения и брать личную ответственность за свои действия в дальнейшем;

- тревожной тенденцией выступает превалирующее число учащихся второго класса, не готовых к сотрудничеству со сверстниками, по сравнению с их одноклассниками, обладающими выраженными навыками коммуникативного порядка;

- средний уровень готовности к сотрудничеству среди исследуемых учащихся указывает на рациональную педагогическую и воспитательную работу в образовательной организации в целом, требующую усиления отдельных параметров для формирования коммуникативных умений у детей;

- младшие школьники, показавшие оптимальные результаты в отношении наличия у них коммуникативных умений, заслуживают отдельного внимания и дополнительного исследования на предмет выявления факторов и предпосылок, способствующих выраженному развитию рассматриваемых навыков;

- реализация двух методик показывает, что усилия педагога должны быть направлены на положительное восприятие учащимися друг друга путем совместного поиска решений при выполнении преимущественно абстрактной задачи.

Обобщая полученные результаты, представляется возможным внедрить следующие

психологические подходы, направленные на обеспечение результативности мероприятий по формированию коммуникативных умений среди исследуемых респондентов второго класса:

- мероприятия коммуникативной направленности должны обеспечить баланс между признанием авторитета педагога и готовностью учащихся взаимодействовать друг с другом в различных ситуациях;

- среди учащихся должно быть развито понимание дифференциации целевого назначения признания авторитета взрослого и необходимости находиться в состоянии коммуникации со сверстниками [5, с. 36];

- характер мероприятий, нацеленный на культивирование авторитета взрослого и развитие коммуникативных умений среди сверстников, должен отличаться по форме, продолжительности и частоте проведения;

- инициативы для формирования коммуникативных умений должны учитывать возрастные особенности младших школьников и условия их жизни, включая социально-экономические и семейные аспекты;

- работа по формированию исследуемых умений должна быть интегрирована в образовательный процесс и систему учебной деятельности, затрагивающей значительное количество времени каждого младшего школьника [6, с. 129].

Заключение

В соответствии с выявленными подходами был разработан цикл образовательных мероприятий, которые с высокой вероятностью способны сформировать коммуникативные умения младших школьников в контексте психолого-педагогической работы:

- 1) «Ищу друга» – занятие направлено на развитие умений преодоления препятствующих факторов и совершенствование сотрудничества;

- 2) «Учимся сотрудничать» – образовательное мероприятие нацелено на формирование умения работать в команде и принимать компромиссные решения;

- 3) «Узор под диктовку» – занятие способствует формированию конструктивной коммуникации, обеспечению эмоциональной наполненности и развитию взаимопомощи;

- 4) «Солнце на ладошке» – мероприятие

направлено на моделирование младшими школьниками рациональной формы поведения в общественной системе и в различных жизненных ситуациях;

- 5) «Умение вести беседу» – занятие направлено на совершенствование коммуникативных умений при участии респондентов в диалоге.

Рекомендуемые меры по проведению тематических занятий предусматривают реализацию тренинговой формы, которая оптимальна для выполнения практических заданий и упражнений, в том числе в игровой форме. Такие тематические занятия, как «Узор под диктовку», предполагают коррекцию посредством психолога и педагога деструктивных проявлений со стороны учащегося при построении им самостоятельной коммуникации со сверстниками.

Структура занятий построена таким образом, чтобы каждый младший школьник смог наименее ощутимо пройти этапы восприятия сверстника не по причине совместной образовательной деятельности, а как собеседника, надежного друга, с которым можно провести полезно и интересно время. Градация тематических занятий структурирована по степени увеличивающейся сложности, в силу того, что, к примеру, для осознания младшим школьником собственного поведения в процессе коммуникации ему необходимо осознать эмоциональную составляющую собеседника, позволяющую совершенствоваться в нем в интенсивной форме чувство эмпатии.

Предлагаемый цикл занятий представляется возможным проводить среди младших школьников время от времени, что способствует закреплению умений коммуникации и осмыслению отдельных элементов построения диалога и собственной роли в коллективе со стороны каждого младшего школьника. Таким образом, предлагаемые мероприятия образовательной направленности способствуют формированию коммуникативных умений в следующих проявлениях:

- восприятие эмоций сверстника, как заслуживающих внимания элементов построения коммуникации;

- осмысление компромисса как способа урегулирования спорной ситуации;

- построение коммуникации по степени приоритетности в отношении предмета спора

и ожидаемой эмоциональной реакции со стороны сверстника;

- умение моделировать в различных вариациях собственное поведение при возникновении неожиданной ситуации;

- рациональное восприятие общей деятельности в рамках коллектива и адаптация в социуме с учетом интересов других.

Литература

1. Мильчехина С. С. К вопросу об определении понятия «коммуникативные умения» // Вестник научных конференций. 2020. № 5-4(57). С. 33-35.

2. Камолов Б.Д. Коммуникативная компетентность личности: психолого-педагогический аспект // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических

и общественных наук. 2019. № 5-1. С. 305-310.

3. Додышева Н.Д. Понятия коммуникативных умений в психолого-педагогической литературе // Вызовы современного образования в исследованиях молодых ученых. 2021. С. 56-58.

4. Абдуллина Л.Б. Развитие коммуникативных умений и навыков младших школьников // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 4(71). С. 9-10.

5. Толстова А.О. Характеристика коммуникативных умений у детей младшего школьного возраста // Уральский научный вестник. 2022. Т. 2. № 5. С. 35-39.

6. Тимченко О.А. Игра как средство развития коммуникативных умений // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. 2019. С. 128-130.

MEANS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL WORK ON THE FORMATION OF COMMUNICATIVE SKILLS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN

N. V. Ivanushkina, A. A. Kerbel

The article highlights the importance of developing communication skills among younger schoolchildren. Using the example of one of the educational institutions of the city of Samara, the results of a study conducted among second grade students are presented. The results of this study revealed that the degree of willingness to cooperate with peers among the studied students is significantly correlated with the commitment to recognizing the authority of an adult. Additional conclusions of the study are that the teacher and the psychologist need to share activities aimed at the rational perception of the authority of the teacher and the improvement of constructive interaction with peers. The revealed results of the study made it possible to identify psychological and pedagogical approaches for the development of a cycle of activities aimed at improving communication skills by younger schoolchildren.

Key words: communication skills, junior high school student, authority, teacher, peer.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024 г.

ПСИХОЛОГИЯ

УДК 159.99

АУТЕНТИЧНОСТЬ ЛЮДЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ

Д. А. Капишникова, А. К. Гришин

В данной статье представлены результаты эмпирического исследования, целью которого было выявление уровня выраженности компонентов аутентичности и психологической разумности людей с расстройством пищевого поведения. Для его проведения использовались три методики: «Опросник аутентичности Керниса-Голдмана» (Authenticity Inventory, AI-3), «Опросник пищевых предпочтений» (Eating Attitudes Test, EAT-26), «Шкала психологической разумности» (Psychological Mindedness Scale, PMS). При помощи попарного были выявлены различия между группами нормотипичных респондентов и лиц, страдающих расстройствами пищевого поведения. Методом кластерного анализа респонденты были разделены на группы с низкими средними и высокими баллами по шкале расстройства пищевого поведения относительно выборки. Установлено, что люди с расстройством пищевого поведения отличаются от нормотипичной выборки сниженным желанием обсуждать переживания, низкой непредвзятостью и неаутентичностью поведения. При помощи регрессионной модели были выделены предикторы высоких показателей по шкале баллов расстройства пищевого поведения.

Ключевые слова: анорексия, булимия, переедания, аутентичная жизнь, психологическая разумность.

Одной из мировых проблем на сегодняшний день является все более часто встречающееся среди подростков и молодых людей расстройство пищевого поведения – группа психических расстройств, связанных с поведенческими нарушениями приема пищи. Согласно международным исследованиям, уровень заболеваемости возрастает: с 3.5% (2000–2006 гг.) произошло увеличение до 7.8% (2013–2018 гг.), при этом лишь небольшой процент людей из этой категории находятся под наблюдением психиатра, следовательно, можно предположить, что результаты научных работ демонстрируют лишь нижнюю границу распространенности расстройства пищевого поведения [1; 2]. Для данного расстройства характерен высокий уровень смертности (5-15%) среди пациентов молодого возраста (16-29 лет), причем самоубийство в качестве причины смерти занимает второе место после сердечно-сосудистых

осложнений [3; 4]. В группу риска входят особенно подростки, поскольку пик заболеваемости приходится именно на этот возраст: 13-15 лет для анорексии, булимия развивается чаще в старшем подростковом возрасте [5]. Основываясь на вышеизложенных статистических данных, можно утверждать, что расстройства пищевого поведения являются сложными заболеваниями, сопряженными с повышенными рисками для жизни и здоровья. Таким образом, возникает необходимость всестороннего изучения возникновения и прогрессирования этого типа расстройств.

Согласно МКБ-10 среди видов расстройств пищевого поведения выделяются нервная анорексия и нервная булимия, в классификации DSM-5 присутствуют критерии диагностики и для расстройства переедания (binge-eating). В первом руководстве для нервной анорексии выделяются такие критерии как

низкая масса тела – на 15% ниже нормальной или ожидаемой для соответствующего возраста, потеря веса инициируется самим больным, навязчивый страх набрать вес, восприятие себя как «слишком толстого», допустимость лишь низкого веса в отношении своего тела. В DSM-5 также различают рестриктивный и очистительный тип анорексии. В первом случае картина болезни выглядит типично: снижение веса за счет ограничения в питании, часто интенсивные физические нагрузки, перфекционизм. Во втором случае наблюдаются приступы переедания и компенсаторного поведения, что иногда может соответствовать всем критериям нервной булимии. Пациенты с очистительным типом анорексии также ассоциируются с более старшим возрастом, импульсивностью, среди них часто встречается употребление психоактивных веществ и суицидальное поведение. Для нервной булимии характерны рекуррентные приступы переедания, когда за короткий промежуток времени поглощается значительно большой объем пищи, за которыми следует компенсаторное поведение в виде самоиндуцированной рвоты, приема диуретиков, слабительных, препаратов, понижающих аппетит, голодание, физические упражнения с целью контроля массы тела. Как и в отношении анорексии, в DSM-5 различают подтипы нервной булимии: очистительный тип – способы принудительного выведения из организма поглощенной пищи, неочищительный тип – голодание и физические нагрузки, сжигающие поступившие калории. В обоих руководствах нет указания на массу тела при нервной булимии. Хотя в критериях указаны стремление к худобе и страх поправиться, но чаще люди с булимией имеют нормальный индекс массы тела или даже выше среднего [6]. Период развития нервной булимии приходится чаще на более старший возраст, а у 30% женщин с этим диагнозом в анамнезе встречается нервная анорексия. Расстройство переедания (binge-eating) от нервной булимии отличает отсутствие компенсаторного поведения при характерных признаках: употребление большого количества пищи в короткий промежуток времени до ощущения неприятного дискомфорта в желудке, когда есть может и не хотеться, в одиночестве с сопровождающимся чувством стыда за съеденное, а после переедания наступление чувства вины и отвращения к себе [7].

Возникновение расстройств пищевого поведения изучалось в рамках психодинамического подхода (Х. Брух), системно-семейной психотерапии (С. Минухин, Б. Росман и Л. Бейкер), также М.В. Коркина, В.В. Марилов, М.А. Цивилько в своей работе «Нервная анорексия» применяют деятельностный подход. Они описывают этапы изменения мотивов похудения в истории жизни больных анорексией: первоначально похудение не является самостоятельной деятельностью, оно подчиняется общему мотиву – самоутверждение среди сверстников, а затем происходит «сдвиг мотива на цель действия» [8; 9; 10].

С медицинской и физиологической точки зрения расстройство пищевого поведения описывали О.А. Скугаревский, А.Е. Брюхин, В.Д. Менделевич и др. Результаты их наблюдений за пациентами несомненно формировали представление о динамике развития заболевания, его последствиях и эффективности лечения с точки зрения.

Публикаций на тему экзистенциального подхода к расстройству пищевого поведения существует не так много. А.А. Лэнгле и др. рассматривают расстройство пищевого поведения с точки зрения экзистенциально-аналитического подхода, и считают, что для булимии характерны нарушения с сфере отношений: с другими и собой, а также трудности в развитии собственной внутренней структуры, связанные со второй и третьей фундаментальными мотивациями соответственно [11]. В рамках данного подхода считается, что в основе появления булимической симптоматики лежат такие болезненные состояния как недостаток контакта и чувствования себя, то есть отношений с собой, и ощущения внутренней пустоты и отчужденности вследствие этого. Для человека недостаточно факта присутствия, ему важно переживание своей бытийности, что сопровождается возникающим спектром чувств. В этих переживаниях кроется информация о том, что на самом деле для человека является важным, ценным, на что обращено его бытие. Способность выдержать эту обращенность на себя обогащает жизнь чувствами, и она ощущается наполненной. При булимии отсутствует близость с собой, возникают трудности с ощущением своего тела, своего психологического состояния, что порождается неспособностью обращения к себе. В

данном случае поглощение еды используется в качестве этого способа обращения внимания на себя, на самом деле таковым не являющимся. Поскольку интенсивность глубоких переживаний не может редуцироваться за счет приема пищи, в отсутствие другого способа ощущения себя, поглощение еды становится чрезмерным, что приобретает форму самоповреждения. Аутоагрессия возникает как злость на себя за невозможность насытиться, то есть получить наполненность от жизни. Изначальное чувство неблагополучия возникающие вследствие напряжения от переживаний одиночества, пустоты и скуки, после переедания не исчезает, а неудовольствие возрастает. При булимии не уделяется время ни на получение удовольствия от пищи, ни на себя, ни на других. Таким образом, не происходит переживания жизни, полной отношений и чувств, двигающих и направляющих человека.

Третья фундаментальная мотивация связана с вопросом «Имею ли я право быть собой?», который ведет к развитию аутентичности, но при отсутствии необходимых предпосылок развиваются перфекционизм и изолированность. Дефицит в сфере отношений, а значит невозможность получения подтверждения возможности быть собой и взгляда на себя на дистанции через отражение в другом, не способствует возникновению заинтересованности в отношении собственной индивидуальности. В отсутствие признания ценности личности сама Персона не обнаруживает «собственное», то, что бы отражало ее сущность. Как результат невозможности отграничения «собственного» не формируется самооценочность. Пациенты с булимией переживают отчужденность от себя и теряют свою аутентичность.

Аутентичность большинством авторов рассматривается как диспозиционная черта личности и подразумевает самовыражение и проявление в соответствии с тем, каким я являюсь на самом деле, то есть отражение моего истинного «я», что требует глубокого самопознания и самопринятия. Аутентичная жизнь является процессом, а не результатом, сопутствующими которому являются ощущение целостности, благополучия и полноценное переживание любого опыта. М. Кернис и Б. Голдман определяют аутентичность как свободное проявление своего истинного «я» в повседневной деятельности. Авторы рассматривают

аутентичность не как единый процесс, а разделяют этот концепт на четыре составляющие, которые связаны между собой, но представляют различные аспекты аутентичности: самосознание или осознанность, непредвзятость, поведение и ориентация на отношения.

Осознание переживаний является важной составляющей психотерапии. В качестве предпосылки благоприятного терапевтического исхода рассматривается психологическая разумность как способность осознавать связь между своим мыслями, эмоциями и действиями (С.А. Аппельбаум) [12]. Б.А. Фарбер рассматривал психологическую разумность как диспозиционную черту, как склонность обдумывать мотивы поведения, чувства и мысли, в том числе и других людей [13]. В 1990 году была разработана «Шкала психологической разумности», авторами которой являются Н. Conte, R. Plutchik, В. Jung. Согласно их концепции, психологически разумный человек имеет доступ к своим переживаниям, готов говорить о своих интрапсихических и межличностных проблемах, способен и мотивирован к изменениям, заинтересован в понимании мотивов поведения других людей, а также открыт новому опыту.

Целью данного эмпирического исследования является выявление уровня выраженности компонентов аутентичности и психологической разумности людей с расстройством пищевого поведения. В качестве гипотезы проверялось предположение о том, что люди с расстройством пищевого поведения отличаются от нормотипичной выборки низкими показателями по шкалам аутентичности и психологической разумности.

Условия и методы исследования

В исследовании, которое проводилось в период с февраля по март 2024 года, приняли участие 89 человек (84 женщины и 5 мужчин) от 16 до 44 лет. Испытуемым было предложено пройти три опросника через Google Forms. Перед прохождением им была предоставлена инструкция. С целью снижения вероятности социально-желательных ответов исследование проводилось анонимно.

В исследовании были использованы три психодиагностические методики.

Для измерения у испытуемых аутентичности как личностной черты был использован

«Опросник аутентичности Керниса-Голдмана» (Authenticity Inventory, AI-3) в адаптации С. К. Нартова-Бочавер и др. (2022). Опросник содержит четыре шкалы: «Осознанность», «Непредвзятость», «Поведение», «Отношения» [14].

Осознанность или самоосознание (awareness) понимается как знание своих собственных мотивов, чувств, желаний и доверие им. Также самоосознающий себя человек заинтересован в том, чтобы познавать не только свои сильные стороны, но и слабые, иметь представление о своих целях и стремлениях.

Непредвзятость отражает объективную обработку воспринимаемой о себе информации, без искажений под воздействием незрелых защитных механизмов. Человек способный к непредвзятости в отношении себя, принимает не только положительную обратную связь о себе, но и обличающую недостатки.

Поведение означает действовать в соответствии со своими ценностями, предпочтениями и потребностями, не ориентируясь поиск одобрения со стороны других людей.

Ориентация на отношения отражает ценность открытости и честности с близкими. Аутентичные отношения предполагают взаимный процесс самораскрытия и доверие в близости, что способствует развитию безопасной привязанности с близкими людьми – это делает возможным подлинное выражение себя без какой-либо угрозы.

Для определения наличия расстройства пищевого поведения был использован «Опросник пищевых предпочтений», ОПП-26 (Eating Attitudes Test, EAT-26). Авторами являются D. Garner, P. Garfinkel (1979), а адаптирован О. А. Скугаревским (2007). В опроснике содержится одна шкала, максимальное количество баллов которой 78: при наборе от 21 баллов считается, что у человека есть расстройство пищевого поведения [15].

Третьим опросником для измерения психологической разумности была выбрана «Шкала психологической разумности», ШПП (Psychological Mindedness Scale, PMS), авторы: Н. Conte, R. Plutchik, В. Jung, (1990), адаптирован М. А. Новикова, Т. В. Корнилова (2014). Опросник содержит одну общую шкалу «Психологическая разумность» и пять подшкал: «Заинтересованность в сфере переживаний», «Доступность переживаний», «Польза от обсуждения переживаний»,

«Желание обсуждать переживания», «Открытость новому опыту» [16].

Для анализа результатов исследования были использованы методы математической статистики: t-критерий Стьюдента; U-критерий Манна-Уитни; кластерный анализ; регрессионный анализ.

Результаты и их обсуждение

Первоначально для каждого испытуемого по ключу обработки были посчитаны значения шкал по опроснику психологической разумности, опроснику аутентичности Керниса-Голдмана и шкала расстройства пищевого поведения (ШРПП).

Значения Шкалы расстройства пищевого поведения обусловили разделение выборки на контрастные группы «нет расстройства пищевого поведения» (20 или меньше баллов) и «Расстройство пищевого поведения» (более 20 баллов). Данное критическое значение взято у авторов опросника и позволило нам разделить выборку на тех, кто имеет расстройства пищевого поведения, и тех, кто их не имеет.

Далее для всех остальных шкал была проведена проверка нормальности распределения при помощи критерия Колмогорова-Смирного. Таким образом, у нас получилось принять за нормальное распределение только распределения шкал «Желание обсуждать переживания», «Осознанности», «Непредвзятость» и «Отношения».

На основании формы распределения каждой шкале был подобран соответствующий критерий для сравнения контрастных групп. Для нормально распределённых переменных использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок с предварительной проверкой на равенство дисперсий в контрастных группах критерием Левене, для остальных – его непараметрический аналог, U-критерий Манна-Уитни. Критерий Левене не показал достоверных отличий в изменчивости признака, поэтому мы предполагаем равенство дисперсий и считаем допустимым применение параметрических критериев для всех этих переменных.

Результаты применения выбранных методов представлены в таблице 1, р-уровни шкал, имеющих достоверные различия в выраженности в зависимости от группы отмечены «*». Для таких шкал дополнительно в

последнем столбце указана группа, в которой значение шкалы выше. Шкалам опросника психологической разумности были присвоены следующие аббревиатуры: ЗвСП (заинтересованность в сфере переживаний), ДП (доступность переживаний), ПоОП (польза от обсуждения переживаний), ЖиГОП (желание и готовность обсуждать переживания), ОНО (открытость новому опыту), ШПР (шкала психологической разумности), РПП (расстройство пищевого поведения).

Достоверные различия между группами «Расстройство пищевого поведения» и «Нет расстройства пищевого поведения» были обнаружены для шкал Желание и готовность обсуждать переживания ($p = 0,017$), Непредвзятость ($p = 0,004$) на основании t-критерия Стьюдента и Поведение ($p = 0,028$) на основании U-критерия Манна-Уитни.

Исходя из результатов, можно сделать вывод о том, что люди с расстройством пищевого поведения менее готовы обсуждать проблемы, чем обуславливаются трудности в лечении таких пациентов, которые часто даже не приходят к специалистам за помощью или завершают терапию преждевременно. Эти данные подтверждают наши предположения, сделанные на основе описания личностных изменений с появлением болезни: любое вмешательство со стороны воспринимается людьми с расстройством пищевого поведения как угроза нарушения их внутренней целостной структуры.

Также расстройство пищевого поведения сопряжено с неспособностью воспринимать о себе информацию, которая может обнажать недостатки человека, то есть сталкиваться со своим реальным «я», что мешает самопознанию, а соответственно определению своих ценностей и совершению ценностных действий. Хотя людям с расстройством пищевого поведения характерна высокая степень критичности к себе, вероятно, получение критикующей обратной связи от мира провоцирует реакцию стыда и вины, с которыми вследствие неразвитого навыка самосострадания они не могут справиться. Можно полагать, что вследствие непринятия всей информации о себе, у таких пациентов идентичность фрагментарна, то есть неинтегрированная, не переживается как целостная.

Возможно, совершение действий,

отражающих истинное «я» людей с расстройством пищевого поведения, затруднительно из-за страха столкнуться с восприятием других людей и испытать стыд за свое проявление. Также вследствие низкого самопознания у больных не сформировано представление об их ценностных направлениях развития, а соответственно у них отсутствует понимание о том, как выстроить свое аутентичное поведение.

С применением кластерного анализа (кластеризация K-средними) респонденты были условно разделены по количеству баллов расстройства пищевого поведения на низкий ($N = 30$), средний ($N = 35$) и высокий ($N = 24$) уровни относительно выборки.

С целью проверки гипотезы о том, что люди с высокими показателями шкалы расстройства пищевого поведения обладают отличными от нормальных показателями «Желание и готовность обсуждать переживания», «Непредвзятость» и «Отношения», был применен однофакторный дисперсионный анализ (Фишер) для характеристики «Желание и готовность обсуждать переживания» и однофакторный дисперсионный анализ с непараметрической поправкой Уэлча для показателей «Непредвзятость» и «Отношения», вследствие их ненормального распределения.

Респонденты с высоким показателем баллов шкалы расстройства пищевого поведения обладают значимо меньшим желанием и готовностью обсуждать переживания ($F = 14,02$, $p = <0,001$), большей предвзятостью ($U_{элч} = 5,62$, $p = 0,006$), сниженными баллами шкалы отношений ($U_{элч} = 3,30$, $p = 0,044$).

Таким образом, люди с высокими показателями шкалы расстройства пищевого поведения проявляли снижение желания и готовности обсуждать переживания на 45.8% в сравнении со средними показателями респондентов, получивших низкие и средние баллы, аналогично, шкала отношений демонстрирует на 12.4% меньшие показатели в сравнении с усредненным результатом при низком и среднем уровне шкалы расстройства пищевого поведения. Снижение уровня «Непредвзятости» имеет линейную связь с ростом баллов шкалы расстройства пищевого поведения.

Вероятно, нежелание делиться проблемами и тем самым обращаться за помощью ведет к прогрессу болезни, и поэтому этот показатель резко снижен при высоких

значениях по шкале расстройства пищевого поведения. Также при выраженности симптомов нездорового психического состояния снижается и критика к своему состоянию. Показатели шкалы «Отношений» также демонстрируют изолированность, в которой пребывают люди с расстройством пищевого поведения. Можно предположить, что при лечении пациентов с расстройством пищевого поведения необходимо направлять внимание на сферу аутентичности отношений, в которых личность сможет выстраивать честность и доверие с партнером, соприкасаясь со своим реальным «я» при поддержке другого.

Для анализа непосредственного вклада

переменных в показатель по шкале баллов расстройства пищевого поведения, была построена линейная регрессионная модель, предикторами в которой выступали показатели «Желание и готовность обсуждать переживания», «Открытость новому опыту» и «Непредвзятость» (таблица 3).

При помощи линейной регрессии было выявлено, что наиболее значимыми предикторами расстройства пищевого поведения являются низкий уровень «Желания и готовности обсуждать переживания», низкий уровень «Непредвзятости» и высокая «Открытость опыту», совокупный коэффициент детерминации составил 35.2%.

Таблица 1

Результаты сравнения выраженности шкал между группами

| Сравнение | Использованный критерий | Значение критерия | р-уровень | Большая группа |
|----------------|--|-------------------|-----------|----------------|
| ЗвСП | U-критерий Манна-Уитни | 757 | 0,262 | |
| ДП | U-критерий Манна-Уитни | 879 | 0,958 | |
| ПоОП | U-критерий Манна-Уитни | 811,5 | 0,522 | |
| ЖиГОП | t-критерий Стьюдента для независимых выборок | 2,427 | 0,017 * | нет РПП |
| ОНО | U-критерий Манна-Уитни | 714,5 | 0,134 | |
| ШПР | U-критерий Манна-Уитни | 824,5 | 0,599 | |
| Осознанность | t-критерий Стьюдента для независимых выборок | 1,236 | 0,22 | |
| Непредвзятость | t-критерий Стьюдента для независимых выборок | 2,996 | 0,004* | нет РПП |
| Поведение | U-критерий Манна-Уитни | 824,5 | 0,028* | нет РПП |
| Отношения | t-критерий Стьюдента для независимых выборок | 0,901 | 0,37 | |

Таблица 2

Показатели средних значений и стандартных отклонений в кластерах, различной выраженности ШРПП (шкалы расстройства пищевого поведения) с указанием их значимости

| Показатель | Низкий уровень баллов ШРПП (M = 9.47, SD = 6.00) | | Средний уровень баллов ШРПП (M = 31.1, SD = 5,73) | | Высокий уровень баллов ШРПП (M = 50.7, SD = 6.54) | | Оценка достоверности различий | |
|----------------|--|------|---|------|---|------|-------------------------------|--------|
| | M | SD | M | SD | M | SD | F/Уэлч | p |
| ЖиГОП | 7.53 | 2.64 | 7.23 | 2.65 | 3.92 | 2.99 | 14.02 | <0.001 |
| Непредвзятость | 3.16 | 0.66 | 2.81 | 0.68 | 2.52 | 0.76 | 5.62 | 0.006 |
| Отношения | 2.89 | 0.58 | 2.91 | 0.57 | 2.58 | 0.5 | 3.30 | 0.044 |
| N | 30 | | 35 | | 24 | | | |

Таблица 3

Оценка вклада показателей ЖиГОП, Непредвзятость, ОНО в ШРПП

| Предиктор | Коэффициент регрессии | R | R2 | F | p |
|------------------------------------|------------------------|-------|-------|------|--------|
| Критерий: Баллы по шкале РПП | | | | | |
| ЖиГОП | -2.55 | 0.463 | 0.215 | 23.8 | <0,001 |
| Непредвзятость | -7.15 | 0.304 | 0.092 | 8.83 | 0,004 |
| ОНО | 1.20 | 0.166 | 0.028 | 2.26 | 0.120 |
| ЖиГОП + Непредвзятость + ОНО | -2.65 -6.09 2.25 | 0.594 | 0.352 | 15.4 | <0,001 |

Последовательное вычисление вклада каждого предиктора в модель показывает, что высокие показатели расстройства пищевого поведения на 21.5% объясняется низким уровнем «Желания и готовности обсуждать переживания», на 9.21% низким уровнем «Непредвзятости». «Открытость опыту» при индивидуальном анализе оказалась незначимой, однако в совокупности с другими коррелятами ее вклад становится значимым.

Основываясь на полученных результатах, можно предположить, что желание и готовность обсуждать переживания и непредвзятость в высокой степени обуславливают баллы шкалы расстройства пищевого поведения и вероятно могут выступать как в качестве детерминант развития заболевания, так и вносить вклад в прогрессирование болезни. Полученные экспериментальные данные о вкладе высокой открытости опыту согласуются с результатами исследования, согласно которым для булимии характерно высокое стремление к новизне [17]. Так, поиск нового опыта, который также может быть сопряжен с риском, свойственен более импульсивным личностям, которые прибегают к переживаниям и компенсаторному поведению.

Заключение

Таким образом, для людей с расстройством пищевого поведения характерно сниженное желание и готовность обсуждать проблемы, низкие непредвзятость и аутентичность поведения. У людей с высокими показателями расстройства пищевого поведения в отличие от людей с низкими и средними показателями уровень желания и готовности обсуждать переживания ниже на 45.8%, аутентичность отношений на 12.4%, непредвзятость снижается линейно относительно возрастания баллов расстройства пищевого поведения. Предикторами расстройства пищевого поведения являются сниженное желание и готовность обсуждать переживания, низкая непредвзятость в восприятии информации о себе и высокая открытость новому опыту, совокупный коэффициент детерминации составляет 35.2%. Высокие показатели расстройства пищевого поведения на 21.5% объясняется низким уровнем желания и готовности обсуждать переживания, на 9.21% низким уровнем непредвзятости.

Результаты этого исследования могут быть использованы в психотерапевтической практике в работе с расстройством пищевого поведения. Обращение внимания пациента на его аспекты аутентичности может быть полезным инструментом при разотождествлении болезни с истинным «я» личности, познание которого может привести человека к пониманию своих ценностей, утверждению своей значимости и создать пространство для личностного развития.

В перспективе дальнейшего исследования этой темы выборка может быть распределена на типы и подтипы расстройств пищевого поведения, чтобы можно было описать различия не только в паттернах поведения, но и в ощущении себя, мира и себя в мире.

Литература

1. Prevalence of eating disorders over the 2000-2018 period: a systematic literature review / M. Galmiche, P. Déchelotte, G. Lambert [et al.] // *The American journal of clinical nutrition*. 2019. Vol. 109. P. 1402-1413.
2. Hoek H. W. Incidence, prevalence and mortality of anorexia nervosa and other eating disorders // *Curr Opin Psychiatry*. 2006. Vol.19. P. 389–394.
3. Mortality rates in patients with anorexia nervosa and other eating disorders. A meta-analysis of 36 studies / J. Arcelus, A.J. Mitchell, J. Wales [et al.] // *Archives of general psychiatry*. 2011. Vol. 68. P. 724-731.
4. Ahn J., Lee J. H., Jung Y. C. Predictors of Suicide Attempts in Individuals with Eating Disorders // *Suicide and Life-Threatening Behavior*. 2019. Vol. 49. P. 789-797.
5. Steinhausen H. C. The outcome of anorexia nervosa in the 20th century // *American Journal of Psychiatry*. 2002. Vol. 159. P. 1284–1293.
6. Masheb R. M., White M. A. Bulimia nervosa in overweight and normal weight women // *Comprehensive Psychiatry*. 2012. Vol. 53. P. 181-186.
7. Bulimia nervosa-nonpurging subtype: closer to the bulimia nervosa-purging subtype or to binge eating disorder? / J. Jordan, V. V. McIntosh, J. D. Carter [et al.] // *Int J Eat Disord*. 2014. Vol. 47. P. 231-238.
8. Bruch H. *The golden cage: The enigma of anorexia nervosa*. Cambridge: Harvard

University Press, 1978. 174 p.

9. A prospective study of familial and social influences on girls' body image and dieting / L. Byely, A. B. Archibald, J. Graber [et al.] // *Int J Eat Disord.* 2000. Vol. 28. P. 155-164.

10. Коркина М. В., Цивилько М. А., Марилов В. В. Нервная анорексия. М: Медицина, 1986. 176 с.

11. Булимия – обманутые ожидания: феноменологическое понимание и экзистенциальный подход / А. Лэнгле, Б. Иобстель, Р. Катхан-Виндиш [и др.] // *Экзистенциальный анализ.* 2013. №. 5. С. 165-194.

12. Appelbaum S. Psychological-mindedness: word, concept and essence // *Int J Eat Disord.* 1973. Vol. 54. P. 35-46.

13. Farber B. A. The genesis, development,

and implications of psychological-mindedness in psychotherapists // *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training.* 1985. Vol. 22. P. 170-177.

14. Kernis M. H., B. M. Goldman A Multi-component Conceptualization of Authenticity: Theory and Research // *Advances in Experimental Social Psychology.* 2006. Vol. 38. P. 283-357.

15. Скугаревский О. А. Нарушения пищевого поведения. Минск: Белорусский Государственный Медицинский Университет. 2007. 340 с.

16. Valbak K. Suitability for psychoanalytical psychotherapy: A review // *Acta Psychiatrica Scandinavica.* 2004. Vol. 109. P. 164-178.

17. Temperament in eating disorders / C. M. Bulik, P. F. Sullivan, T. E. Weltzin [et al.] // *Int J Eat Disord.* 1995. Vol. 17. P. 251-261.

AUTHENTICITY OF PEOPLE WITH EATING DISORDERS

D. A. Kapishnikova, A. K. Grishin

This article presents the results of an empirical study aimed at identifying the level of expression of the components of authenticity and psychological mindedness of people with eating disorders. Three techniques were used to conduct it: 'Kernis-Goldman Authenticity Inventory (AI-3), Eating Attitudes Test (EAT-26), Psychological Mindedness Scale (PMS). Using pairwise analysis, differences between groups of normotypic respondents and individuals suffering from eating disorders were identified. Using the cluster analysis method, respondents were divided into groups with low mean and high scores on the eating disorder scale relative to the sample. Individuals with an eating disorder were found to differ from the normotypic sample in their reduced willingness to talk about one's problems, low openness to new ideas and inauthentic behaviour. A regression model was used to identify predictors of high scores on the Eating Disorder Rating Scale.

Key words: anorexia, bulimia, binge-eating, authentic life, psychological mindedness.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© Kapishnikova D. A., Grishin A. K., 2024.

Kapishnikova Daria Alekseevna (*dkapishnikova@mail.ru*),
4th year student of the Faculty of Psychology of Samara University,
Grishin Aleksandr Konstantinovich (*ag@agriishin.ru*),
4th year student of the Faculty of Psychology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 159.9

МАРКЕРЫ СОЦИАЛЬНОГО ИНФАНТИЛИЗМА В СОДЕРЖАНИИ ИДЕНТИЧНОСТИ

Д. Г. Флинт, М. С. Мышкина

Идентичность современного человека формируется в условиях высокого уровня информационной обеспеченности, технологий комфорта и удобства, которые можно рассматривать как предикторы социального инфантилизма. Инфантильные черты присущи каждому человеку в разной степени. Это явление отражает поведение человека, которое не свойственно его возрасту, и, в свою очередь, может вызвать различные личностные проблемы. Социальный инфантилизм проявляется в специфике содержания идентичности, таких ее видов, как глобальная, социальная, персональная. Целью исследования является выявление маркеров социального инфантилизма в содержании идентичности. Выявлена целостность структуры идентичности вне зависимости от показателей социального инфантилизма.

Ключевые слова: Идентичность, персональная идентичность, социальная идентичность, социальный инфантилизм, речевые маркеры.

Введение

Идентичность является неотъемлемой частью личности человека. Благодаря ей человек способен определять самого себя и направленность своей деятельности. Идентичность является целостной опорой личности, которая позволяет человеку осознавать себя, свои взгляды, ценности, понимать мотивы своих поступков [1]. Личность, обладающая сформированной идентичностью, способна принять себя и свою индивидуальность, сформировать и адекватно оценить свои взгляды и способна оставаться собой в ситуации изменений.

Идентичность включает в себя три основных компонента: глобальная идентичность, социальная идентичность и персональная идентичность. Глобальная идентичность отражает, насколько человек осознаёт свою принадлежность к человечеству в целом. Социальная идентичность связана с ролями человека в обществе, отражает его принадлежность к каким-либо социальным группам и определяется взаимодействием человека с ними. В основе этого компонента идентичности находятся те группы, которые для человека значимы. К таким ингруппам человек относит

себя, принимает правила этих групп, что влияет и на формирование ценностей, стереотипов и образа жизни. Персональная идентичность напрямую связана с осознанием человеком своей уникальности. Она представляет собой часть идентичности индивида, которая формируется через определение собственных качеств и свойств, а также отражает степень осознания уникальности своих личностных черт, которые выделяют человека среди других. Это осознание помогает человеку на протяжении жизни опираться на собственные убеждения в какой-либо ситуации неопределённости. Изменения внешнего мира для зрелой личности являются дополнительными условиями для укрепления своей идентичности. Претерпевая различные изменения, он либо утверждает в себе самом, либо получает новые знания о себе, своей самобытности, персональной идентичности. Осознание, что черты присущи именно человеку, являются частью его личности, а не существуют в нем как способ адаптации к нынешней социальной ситуации, укрепляют его осознание себя.

Г. Тэджфел и Дж. Тернер отмечали, что соотношение персональной и социальной идентичности постоянно меняется в зависимости от

© Флинт Д. Г., Мышкина М. С., 2024

Флинт Дарья Геннадьевна (*darya_flint@mail.ru*),

студент IV курса психологического факультета Самарского университета,

Мышкина Марина Сергеевна (*pylaet@bk.ru*),

доцент кафедры социальной психологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

состояния и ситуации, в которой находится человек. Социальная идентичность связана с принадлежностью человека к какой-либо группе. Если человек чувствует себя интегрированным в какое-либо сообщество и чувствует свою принадлежность к нему, его поступки часто и детерминируются этим сообществом. Но это не значит, что в такой ситуации персональный компонент идентичности не участвует вовсе. В ситуации же, когда личности необходимо поступить, основываясь, по большей части, на личных мотивах, актуализируется персональный компонент идентичности [1].

На развитие идентичности влияют различные факторы. Одним из них является социальный инфантилизм, который проявляется в неумении решать базовые задачи, стоять зрелые отношения, брать ответственность за свои поступки. Социальный инфантилизм может стать серьезным препятствием на жизненном пути человека, так как мысль о переменах в жизни, о смене условий, которые часто происходят в окружающем мире, способны вызвать у человека страх. Человеку с социальным инфантилизмом тяжело совершать выбор в разных аспектах жизни, так как при социальном инфантилизме взгляды, потребности и ценности не соответствуют актуальному возрасту человека. Учитывая особенности современного мира, в котором существенно развиты интернет-технологии, облегчающие доступ к получению любой информации, повышенное влияние маркетинга и рекламы, а также различные экономические трудности, можно отметить, что данные факторы могут существенно повлиять на инфантилизацию личности [2].

Инфантилизм также можно рассматривать не только как особую характеристику личности, но и процесс её развития. Социальные психологи М.Ю. Кондратьев и В.А. Ильин определяют, что инфантилизм имеет форму поведения, которая связана с недостаточным развитием эмоционально-волевой сферы у взрослого человека. Они опираются на работы В.В. Лебединского и указывают на связь инфантилизма с такими чертами личности, как внешний локус контроля, завышенная самооценка, эгоцентризм и неспособность адекватно оценивать социальную реальность [3].

В самоописании проявляется содержание идентичности и особенности ее структуры.

Отсутствие категорий социальной идентичности может указывать на страх перед социальными взаимодействиями. Это затрудняет человеку установление близких отношений с другими людьми. Отсутствие категорий персональной идентичности может быть связано с сильным влиянием общественных норм и ограничений на личность, что затрудняет осознание собственной уникальности и самоопределение в различных ситуациях [4].

Это позволило сформулировать гипотезу исследования, согласно которой маркером социального инфантилизма является превалирование персонального вида идентичности в структуре идентичности.

Условия и методы исследования

В исследовании приняло участие 50 человек в возрасте 18-55 лет, средний возраст респондентов – 30 лет. Возрастной состав респондентов определялся идеей о том, что социальный инфантилизм может быть представлен в любом возрасте; национальность и образовательный уровень не учитывался. Методики: «Тест двадцати высказываний» в модификации А.А. Гудзовской и М.С. Мышкиной (ТДВ), тест «Уровень выраженности инфантилизма, УВИ (А.А.Серегина)», шкала локуса контроля Роттера в адаптации: А.Г. Шмелева (1988). Полученные данные анализировались с помощью коэффициента корреляции Пирсона.

ТДВ позволяет исследовать структуру и содержательные особенности идентичности в самоописании.

С помощью теста «Уровень выраженности инфантилизма» был проведен количественный анализ показателей шкал «Эмоционально-волевая сфера», «Трудовая мотивация», «Ценностные ориентации», «Развлечение, гедонизм», «Позиция иждивенчества». Шкала «Эмоционально-волевая сфера» позволяет оценить способность человека принимать собственные решения и действовать самостоятельно. Недостаточное развитие эмоционально-волевой сферы напрямую связано с неспособностью контролировать эмоции и принимать самостоятельные решения. «Трудовая мотивация» отражает готовность человека к трудовой деятельности и принятие ответственности за свои профессиональные обязанности. Благодаря шкале «Ценностные ориентации»

выявляется уровень выраженности зрелых ценностей. Шкала «Развлечения, гедонизм» отражает склонность к получению удовольствия без учета последствий. Показатель по этой шкале может указывать на отсутствие умения к планированию. «Позиция иждивенчества» позволяет выявить склонность к систематическому снятию с себя ответственности и перекладывания её на других людей. Человек с позицией иждивенчества находится в постоянном поиске помощи и поддержки со стороны окружающего его мира, что свидетельствует о нежелании или неумении брать на себя ответственность за собственные поступки.

Шкала локуса контроля» дополняет количественный анализ выраженности социального инфантилизма. Внутренний (интернальный) локус контроля отражает представления человека о себе как о контролирующем человеке, который верит, что он сам управляет своей жизнью и оказывает на неё влияние. Внешний (экстернальный) локус контроля отражает понимание себя как человека, на жизнь которого в значительной степени влияют внешние факторы (случайность, судьба). Для проверки гипотезы мы выделили показатель «Экстернальность», который отражает выраженность внешнего локуса контроля и содержательно связан с социальным инфантилизмом.

Результаты и их обсуждение

Респонденты были разделены на группы по преобладанию в самоописаниях категорий глобальной, социальной и персональной идентичности. Категории социальной идентичности – «Семья и родственные связи», «Пол», «Этническая», «Локально-территориальная и гражданская», «Религиозная», «Профессиональная», «Академическая», «Дружеские», «Интимно-личностные»

и «Другие формы идентичности». Персональная идентичность представлен категориями «Самость», «Направленность», «Интеллектуальные», «Чувства», «Эмоции», «Физические характеристики», «Личностные качества», «Интересы».

Соотношение показателей видов идентичности и корреляций между показателями видов идентичности и социального инфантилизма представлены в таблице.

Выраженность глобальной идентичности одинакова как у респондентов с социальным инфантилизмом, так и без него, т.е. осознание себя как части человечества является важной частью развития личности и происходит независимо от наличия или отсутствия у человека выраженности социального инфантилизма. Выявленная значимая обратная отрицательная связь между показателями персональной идентичности и уровнем социального инфантилизма (-0,401) свидетельствует о том, что осознание собственной уникальности не только не является признаком социального инфантилизма, но может рассматриваться как базовый ресурс личности, задающим направления развития ее самобытности в контексте культуры.

Более частое упоминание в речи категорий, которые относятся к персональному виду идентичности, в сравнении с аналогичным в группе с преобладанием социальной идентичности (11 и 3,5 соответственно), встречается у респондентов с отсутствием социального инфантилизма. Это свидетельствует о том, что самоознание играет большую роль в формировании собственной личности как уникальности и субъекта взаимодействия с окружающим миром, а персональная идентичность является важной частью развития личности, идентичности человека.

Коэффициенты корреляции между показателями видов идентичности и уровнем социального инфантилизма

| Показатель | Уровень значимости α | Полученный коэффициент корреляции |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| Соотношение персонального и социального видов идентичности | 0,05 | -0,12 |
| Связь между показателями глобальной категории «человек» и уровнем социального инфантилизма | | -0,13 |
| Связь между показателями персональной идентичности и уровнем социального инфантилизма | | -0,407 |
| Связь между показателями социальной идентичности и уровнем социального инфантилизма | | 0,407 |

Корреляционный анализ выявил, что при уровне значимости 0,05 превалирование персонального вида идентичности в структуре идентичности не является маркером социального инфантилизма. Можно предположить, что развитие личностных качеств так же важно, как и социальных ролей. Нельзя отрицать важность качеств, ключевых для формирования социальных отношений, но необходимо понимать, что без развитой персональной идентичности социальные качества, оставаясь важной составляющей, не могут раскрыться в полной мере. Таким образом, недостаточное внимание к развитию персональной идентичности влияет на отношение к самому себе, что, в свою очередь, оказывает большое воздействие на социальное поведение человека в обществе.

Заключение

В результате исследования можно сделать следующие выводы.

1) Выявлено, что целостность структуры идентичности (глобальная, социальная, персональная) не зависит от наличия/отсутствия показателей социального инфантилизма.

2) Превалирование персонального вида идентичности в структуре идентичности не является маркером социального инфантилизма.

3) Частое употребление в речи категорий персональной идентичности коррелирует с отсутствием черт социального инфантилизма.

4) У респондентов с разной выраженно-

стью социального инфантилизма нет значимых различий в представленности глобальной идентичности.

Всестороннее изучение идентичности является важной частью изучения личности человека. Идентичность является той основой человеческой личности, которая помогает человеку в собственном развитии, формировании адекватной самооценки и самоосознания. С целью более точного понимания связи социального инфантилизма и идентичности, выявления тенденций развития идентичности современного человека, перспективным является направление выявления маркеров социального инфантилизма в нарративе самоописания.

Литература

1. Гальчук Д. С. Понятие «Идентичность личности» // Вестник БГУ. Философия. 2017. № 5. Философия. Философия. С. 44-51.

2. Ардельянова Я.А., Саидов Б.Ш. Факторы и условия инфантилизации современной молодежи // Теория и практика общественного развития. 2018. № 4. С. 32-36.

3. Сабельникова Е.В., Хмелева Н.Л. Инфантилизм: теоретический конструкт и операционализация // Образование и наука. 2016. № 3 (132). С. 89-105.

4. Гудзовская, А. А., Мышкина М. С. Диагностика идентичности: «Тест двадцати высказываний» (ТДВ): учебное пособие / А.А. Гудзовская, М.С. Мышкина. Самара: Издательство Самарского университета, 2023. 148 с.

MARKERS OF SOCIAL INFANTILISM IN THE CONTENT OF IDENTITY

D. G. Flint, M. S. Myshkina

The identity of a modern person is formed in conditions of a high level of information availability, technologies of comfort and convenience, which can be considered as predictors of social infantilism. Infantile traits are inherent in each person to varying degrees. This phenomenon reflects a person's behavior that is not typical for his age, and can cause various personality problems. Social infantilism manifests itself in the specific content of identity, such types as global, social, personal. The purpose of the research is to identify markers of social infantilism in the content of identity. The integrity of the identity structure was revealed regardless of the indicators of social infantilism.

Key words: identity, personal identity, social identity, social infantilism, speech markers.

Статья поступила в редакцию 14.05.2024 г.

© Flint D. G., Myshkina M. S., 2024.

Flint Darya Gennadievna (darya_flint@mail.ru),

4th year student of the Faculty of Psychology of Samara University,

Myshkina Marina Sergeevna (pylaem@bk.ru),

associate professor of the Department of Social Psychology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

СОЦИОЛОГИЯ

УДК 316

СРЕДСТВА АКТИВИЗАЦИИ РЕСУРСОВ ПОДРОСТКОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЕЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. С. Богодухова

В статье рассматриваются теоретические аспекты средств активизации ресурсов подростков. Представлены результаты исследования средств активизации ресурсов подростков в деятельности молодежных организаций.

Ключевые слова: подростки, активизация ресурсов, средства активизации подростков, социальная сфера, молодежная политика..

В современном мире возрастает роль самостоятельности каждого человека, личной активности и социальной ответственности, определения своей жизненной позиции. К такой обширной и противоречивой социальной группе как современные подростки общество предъявляет все более строгие требования, непосредственно связанные с необходимостью активно участвовать в жизни социума в позитивном ключе. Основанием для таких общественных ожиданий, а также распространённого в обществе недовольства подростками, являются проявления ими иждивенчества, инфантилизма, свободы сексуальных отношений, криминальной активности, употребление наркотических веществ и другие разнообразные девиации, что связывают с возрастом и недостаточным жизненным опытом.

Подростковый возраст является периодом особого развития личности, когда формируются ценности, интересы, умения и навыки. Молодежные организации играют важную роль в поддержке и развитии подростков на этом этапе. Подростки сталкиваются с различными вызовами и проблемами, такими как социальная изоляция, стресс, депрессия, зависимости и другие. Эффективные средства активизации ресурсов могут помочь подросткам успешно справляться с этими проблемами. В данный период при работе с

подростками необходимо воспринимать их не только как объектов, но и как субъектов социальной работы.

Содержание понятия «ресурс» раскрывается в работах отечественных и зарубежных ученых. П. Бурдые предложил новый подход к ресурсам социальных классов [1]. Профессор Н.Е. Тихонова предложила классифицировать ресурсы на традиционные и современные; внешние и внутренние; групповые и индивидуальные [2]. По мнению В.В. Радаева, наличие большого спектра ресурсов связано с развитием научно-технического, политической и социальной ситуацией, классовым неравенством и потребностями общества [3].

На этапе теоретического анализа были выявлены возрастные и социальные особенности подростков. Анализ научных исследований показал, что подростки проходят период активного формирования своей личности и идентичности. Подростки, находясь в переходном периоде, определяют себя в социальной группе через интересы, ценности, стиль поведения и принадлежность к определенным культурным или социальным группам. Сверстники играют важную роль в жизни подростков, поскольку они часто обращаются друг к другу за поддержкой, советом и одобрением. Взаимодействие со сверстниками способствует формированию социальных

навыков и укреплению самооценки. Подростки часто испытывают эмоциональные колебания из-за физиологических изменений и поиска своего места в мире. Это может отразиться на их поведении, взаимоотношениях и решениях. Проблемы подростков выражаются в стремлении к самостоятельности и независимости от родителей, конфликтам. Подростки стремятся быть принятыми в своей социальной группе, что может оказывать влияние на их поведение, стереотипы и выбор друзей. Эффективное решение проблем подростков невозможно без учета их реальных ресурсов, что также способствует развитию ответственности и умению принимать решения.

В научных исследованиях понятие ресурс определяется как «набор инструментов, включая как существующие, так и потенциальные, направленные на поддержку стабильности и развитие клиента». Ресурсы принято разделять на традиционные и современные, внешние и внутренние, групповые и индивидуальные.

Средства активизации ресурсов – это инструменты, методы или способы, используемые для повышения эффективности и результативности использования имеющихся ресурсов. Целью средств активизации ресурсов является максимизация потенциала ресурсов путем оптимизации их использования, улучшения процессов и повышения производительности. Эти средства могут включать в себя различные стратегии, технологии, методики управления и инновации, направленные на достижение оптимальных результатов при наличии определенного набора ресурсов [58].

Существует несколько групп средств активизации ресурсов подростков. В одной из классификаций средства делятся на дидактические и практические. Рассмотрим данную классификацию подробнее.

Дидактические средства активизации ресурсов являются традиционными и делятся на: словесные и наглядные (иллюстрация, демонстрация, моделирование, просмотр фильмов, роликов, видеопрезентаций);

Практические (наблюдение, описание, исследование, лабораторная работа, экскурсия, эксперимент, проектирование) [4].

К словесным средствам относятся рассказ, учебная дискуссия, доказательство, сравнительный анализ, мозговой штурм, проблемное изложение. В процессе раскрытия

ресурсов ведущую роль играет слово: благодаря речи человек может выражать свои представления об окружающем мире. Однако для того, чтобы слово могло выполнять функцию «сигнала сигналов», чтобы с его помощью можно было адекватно отражать действительность, им следует правильно пользоваться. Особенно важно это для специалиста, чье слово – как устное, так и письменное – главное средство «запуска» активной деятельности подростков.

В процессе активной деятельности в работе с подростками применяются наглядные средства. Для эффективного усвоения необходимой информации специалисту очень важно уметь активизировать все системы органов чувств подростка. Незаменяемыми для активизации ресурсов являются наглядные методы, которые на основе зрительного анализатора не только обеспечивают полноценное приобретение подростками новых знаний, но и прививают им навыки правильного восприятия, умения обнаруживать существенные признаки, устанавливать причинно-следственные связи. Многие наглядные методы предоставляют широкие возможности для самостоятельной работы подростков, без какой-либо посторонней помощи [5].

Практические методы – это сложное сочетание речевого взаимодействия, наглядности и практической работы. Практическая деятельность подростков организуется и направляется специалистом с целью воспитания трудолюбия, привычки самостоятельно осваивать навыки и приобретать необходимые ресурсы для реализации самостоятельной деятельности и, безусловно, активизации ресурсов. Применяя освоенную теорию на практике при решении различных задач, подростки намного тверже закрепляют полученные ранее навыки [6].

Второй группой средств активизации ресурсов являются психоэмоциональные средства. Часто в процессе формирования личности у подростков возникают коммуникативные трудности и связанные с ними негативные переживания, обусловленные незрелостью эмоциональной сферы. Ее регулирующая функция слабо развита в этом возрасте, что может стать причиной нарушений социального поведения, возникновения эмоциональных кризисов, состояний подавленности

или, наоборот, чрезмерной возбужденности и агрессии. По мнению исследователей, «эмоциональные расстройства находят свое выражение в деструктивном поведении, отсутствии желаний и мотивации к получению образования, снижении работоспособности» [7].

Существует ряд психологических и педагогических средств, при использовании которых возможно создать у подростка позитивный настрой на восприятие учебного материала, предупредить возникновение девиантного поведения, нейтрализовать проявления эмоционального кризиса. К таким методам относятся:

- игры;
- арт-терапия;
- музыкотерапия;
- психогимнастика;
- аутогенные тренировки.

Игра как средство коррекции использовалась вначале в рамках психоаналитического подхода, позднее – гуманистически ориентированного, а сейчас и личностно-ориентированного, в каждом из которых были разработаны свои концептуальные схемы реализации игровых форм и методов обучения и описаны их результаты.

Еще одной группой средств активизации ресурсов подростков являются интерактивные средства. Они включают в себя специально организованных мероприятий, обучающие и развивающие личность средства, которые построены на целенаправленной, специально организованной групповой деятельности, обратной связи между всеми участниками. Интерактивные технологии стимулируют активизацию ресурсов в результате совместной деятельности и реализуют социализирующую функцию. К ним можно отнести:

- групповые тренинги;
- культурно-досуговые мероприятия;
- волонтерская деятельность;
- внеучебная деятельность.

Большую роль в данной системе активизации играют групповые средства. Групповая деятельность заключается в регулировании процессов социализации и индивидуализации личности подростков, то есть в социальном воспитании и развитии. Основная идея заключена в рациональной организации свободного времени подростков с акцентом на содержательную составляющую занятий в

целях совершенствования личности каждого подростка, развития их физического, психологического и духовного здоровья.

Фокус-группа была проведена с 8 специалистами, работающими в сфере молодежной политики региона. В гайде интервью для информантов было выделено несколько основных вопросов, которые соответствовали поставленным в исследовании задачам. При необходимости получения более точной, интересной и влияющей на интерпретацию исследования информации, в ходе интервью генерировались новые, дополнительные вопросы.

Нам удалось определить, большинство информантов работают с подростками в возрасте от 14 до 18 лет, проживающими на территории Самарской области. Подростки являются студентами профессиональных образовательных организаций, а также волонтерами и участниками молодежных движений.

Для наиболее подробной характеристики подростков как возрастной группы информантам был задан вопрос о проблемах подростков. По совокупности ответов информантов на данный вопрос можно сделать вывод, что подростки сталкиваются с проблемами разного рода: взаимоотношения с родителями, какие-то социально-бытовые проблемы, особенно когда мы говорим про ребят из группы риска, которые вынуждены самостоятельно жить на пособие или подрабатывать. Треть информантов выделяют такую подростковую проблему как социализация в обществе. Относительное меньшинство информантов поднимают вопрос о психологических проблемах подростков и повышенном уровне тревожности, и финансовых проблемах.

Таким образом, были выделены следующие проблемы подростков: низкий уровень финансов, проблемы во взаимодействии с семьей и сверстниками и психологические проблемы.

Говоря о проблемах, с которыми сталкиваются специалисты при работе с подростками, большинство информантов выделили проблему нехватки времени и кадров, отсутствие активности подростков, сложности во взаимодействии с родителями подростков. Большинство информантов говорит о проблемах, связанных с наличием в регионе большого количества мероприятий.

Следующей задачей исследования стала

конкретизация понятия «активизация ресурсов». Большинство информантов определяют термин практически одинаково. Говоря об активизации ресурсов, специалисты делают акцент на личностные ресурсы, а сам термин определяют как процесс: «...активизация ресурсов – это процесс, направленный на выявление и максимальное использование потенциала и способностей каждого подростка для достижения их личных целей и развития». Для большинства информантов термин «активизация ресурсов» стал новым. Только один информант был знаком с данным термином и определил его как «набор методов развития навыков и компетенций, которые могут обеспечивать нормальное комфортное жизненное состояние».

Следующей задачей исследования стало выявление средств активизации подростков, реализуемых в молодежных организациях. Для уточнения средств было сформулировано несколько вопросов для информантов. Ответы информантов показывают, что активизация ресурсов подростков является ведущим направлением их деятельности. Информанты выделили следующие средства: культурно-массовые мероприятия, наставничество, волонтерство и психологические тренинги. Информанты, работающие в сфере волонтерства, делают акцент на командообразующие средства активизации ресурсов.

Относительное большинство информантов выделяют внеучебную деятельность как ведущее средство их деятельности. По результатам анализа ответов на данный вопрос, можно сделать вывод, что все перечисленные средства включены в процесс внеучебной деятельности.

Абсолютное большинство информантов выделяют «групповые» средства (тренинги, командообразующие и волонтерские мероприятия). По мнению специалистов, в процессе командного взаимодействия подростки получают большее количество навыков, знаний и компетенций, необходимых для своего развития и саморазвития. Данное мнение объясняется тем, что умение правильно взаимодействовать, выстроить хорошую схему общения очень важно в любом возрасте. Командная работа является средством успешной коммуникации, понимания своего места и роли в коллективе и компании, что решает проблему социализации.

При обсуждении вопроса эффективности средств активизации ресурсов, информанты разделились во мнениях. Половина специалистов говорит о том, что в образовательных и молодежных организациях нарушена коммуникация среди профессорско-преподавательского состава, что значительно затрудняет работу с подростками. Часть информантов упоминали тезис о том, что на данный момент в регионе существует большое количество мероприятий для подростков, что, по их мнению, не эффективно и вызывает социальный и информационный перегруз.

Специалисты выделяли наставничество как средство активизации ресурсов подростков, говоря о том, что общение с педагогами, психологами и даже сверстниками формирует у подростков активную позицию, умение выражать собственное мнение и перенимать положительный опыт.

Последней исследовательской задачей было получение рекомендаций от специалистов по работе с молодежью по внедрению средств активизации ресурсов в деятельность молодежных организаций. Так как половина информантов являются сотрудниками профессиональных образовательных организаций, важно было уточнить взаимодействуют ли они с организациями, реализующими молодежную политику на территории Самарской области, в рамках своей профессиональной деятельности.

Информантам был задан вопрос о форматах средств активизации ресурсов подростков. Среди форматов были названы выездные форматы работы, тренинговые формы работы, тимбилдинги, обучающие семинары, мероприятия с применением технологии «равный-равному». Говоря о тренинговых формах работы, специалисты делают акцент на привлечение к работе психологов. Данная позиция отражает важность включения в процесс активизации ресурсов квалифицированных специалистов для работы с подростками.

Относительное большинство информантов назвали ведущим форматом мероприятий для подростков выездные мероприятия. Данный формат подразумевает отбор и формирование группы подростков для проведения «выезда» на одну из площадок на территории Самарской области. Наполнение программы данных «выездов» может отличаться

в зависимости от социального запроса. Важным преимуществом данного формата, по мнению специалистов, является помещение подростков в ситуацию изоляции от привычного мира, помещение их в одинаковые условия, что способствует развитию устойчивых коммуникативных навыков, умению фокусировать внимание на конкретных задачах и помогают сформировать лидерские качества. Еще одним фактором для подобного рода мероприятий становится присутствие на мероприятии педагогов и наставников.

Таким образом, по результатам фокус-группового интервью нам удалось охарактеризовать подростков как целевую аудиторию работы молодежных организаций, выявить проблемы, с которыми сталкиваются подростки и специалисты, работающие с ними. Результат анализа мнений специалистов показал, что в молодежных организациях, а также в образовательных организациях, применяются средства активизации ресурсов, однако работа, ведется без четкой структуры и системы, имеет ряд значительных сложностей, как для подростков, так и для специалистов молодежных организаций.

Литература

1. Бурдые, П. Формы капитала // М.: Издательство Высшей школы экономики. 2004. 536 с.
2. Радаев, В.В. Понятие капитала, формы капиталов и их // М.: Экономическая социология. 2015. 198 с.
3. Тихонова, Н.Е. Ресурсный подход как новая теоретическая парадигма в стратификационных исследованиях // М.: Экономическая социология, 2006. 17 с.
4. Фоминова, А.Н. Проблема активизации ресурсов человека // Журнал практического психолога. №7. 2021. С. 6–23.
5. Поливанова, К.Н. Психология возрастных кризисов. М.: Издательство Центр, 2017. 184 с.
6. Ордынская, Т. А. Методы работы с подростками в образовательном учреждении // М.: Эксмо, 2020. 496 с.
7. Сыромятникова Л.И., Борисова Л.П., Борисов А.А. Организационно-методические условия деятельности молодежных организаций // Молодой ученый. №5. 2012. С. 507–509.
8. Буйнов Л. Г., Иванов С.Г. Способы повышения мотивации детей подросткового возраста // Молодой ученый. №10. 2022. С. 46-51.

MEANS OF ACTIVATING THE RESOURCES OF ADOLESCENTS IN THE ACTIVITIES OF YOUTH ORGANIZATIONS

A. S. Bogodukhova

The article discusses the theoretical aspects of the means of activating the resources of adolescents. The results of a study of the means of activating the resources of adolescents in the activities of youth organizations are presented.

Key words: adolescents, activation of resources, means of activating adolescents.

Статья поступила в редакцию 19.05.2024 г.

© Bogodukhova A. S., 2024.

Bogodukhova Alina Sergeevna (bogoduhovaaluna@yandex.ru),
2nd year master student of the Department of Sociology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 748.31

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К ЦИФРОВОЙ ГИГИЕНЕ

О. В. Борисова

Целью научной статьи является изучение отношения студентов Самарского университета к цифровой гигиене. В работе рассмотрен термин «цифровизация», его основные смыслы, а также изучены подходы к определению цифровой гигиены, которые позволили выявить все аспекты данного явления для дальнейшего проведения эмпирического исследования. Цифровая гигиена способствует обеспечению безопасности в цифровом мире, рациональному использованию современных технологий. Проведенное исследование показало пренебрежительное отношение студентов к защите личных данных, влиянию информации на эмоциональное состояние, а также неравномерное использование студентами правил и рекомендаций цифровой гигиены. Студентами осознается важность обеспечения своей безопасности в сети, однако мало что делается для этого.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, информация, цифровая среда, киберугрозы.

На сегодняшний день цифровизация проникла во все сферы общественной жизни. Цифровые устройства, сеть Интернет, социальные сети и иные платформы становятся неотъемлемой и важной частью профессиональной деятельности, общения, досуга современных студентов. Результатом внедрения технологий становится множество угроз: цифровая зависимость, атаки мошенников, клиповое мышление, нежелание запоминать информацию, пропагандистский контент, спам и т.д., именно в таких цифровых «джунглях» человеку необходимо умело ориентироваться.

Термин «цифровизация» ввел в оборот в 1995 году американский информатик Николас Негропonte. В узком смысле под цифровизацией понимается переход информации в цифровую плоскость, который чаще всего ведет к снижению издержек, появлению новых возможностей и т.д. Цифровизацию в широком смысле можно рассматривать как тенденцию эффективного положительного мирового развития только в случае, если цифровая трансформация информации охватывает различные сферы жизни: производство, политику, науку, социальную сферу и т.д., если она используется эффективно и ее результаты доступны пользователям, потребляющим преобразованную информацию, если ее

результаты находятся в открытом доступе для обычных рядовых пользователей, которые имеют навыки работы с ней [1].

Проблематика, связанная с цифровой гигиеной начала рассматриваться учеными не так давно. Как зарубежные, так и отечественные авторы исследовали вопросы цифровой гигиены. Цифровая гигиена выступает ответом на последствия цифровизации мира.

Цифровизация общества дает толчок к развитию цифровой гигиены для предупреждения негативного воздействия информационной нагрузки на физическое и ментальное здоровье населения, особенно детей и молодежи. Цифровая гигиена здесь выступает важной практикой, которая поддерживает баланс и гармонию в жизни, способствует рациональному взаимодействию с цифровыми технологиями, исключает угрозы, возникающие в виртуальном пространстве

Существует несколько подходов к определению цифровой гигиены. Самый первый подход – медицинский, в котором цифровая гигиена понимается как инструмент защиты ментального здоровья человека от негативного влияния цифрового потока. Д.А. Богданова [2], А.Л. Еремин [3], И.А. Молодцова [4] и Э.И. Денисов [5] развивали данное направление.

© Борисова О. В., 2024

Борисова Ольга Витальевна (olchych@mail.ru),

студент IV курса социологического факультета Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Следующий подход рассматривает цифровую гигиену как защиту от мошеннических действий. Цифровая гигиена относится к системе мер безопасности, которые помогают защититься от действий злоумышленников в цифровой среде. Это понимание цифровой гигиены основано на логике того, что цифровизация общества привела к накоплению больших объемов личных данных в информационном пространстве, которые могут быть использованы для мошеннических действий [6].

Выделяется еще один подход – правовой, в котором цифровая гигиена выступает как действия и рекомендации, способствующие уклонению от правовых и этических последствий при проявлении активности в цифровом пространстве. Н. Г. Романова [7] рассматривает этот подход как то, что человек может своими действиями нарушить сложившиеся неформальные нормы или государственные законы при использовании информационных технологий, что, в свою очередь, вызывает негативную реакцию общества или государства.

На сегодняшний день выделяется еще один подход – интегрирующий. Здесь цифровая гигиена является комплексной системой норм и правил использования цифровых технологий, направленных на уменьшение рисков цифровизации. На данном подходе построено большинство исследований по данной тематике. Он объединяет в себе все подходы и подразумевает рассмотрение цифровой гигиены как системы многоотраслевых правил поведения в цифровой среде [8].

Такой подход можно назвать социологическим, ведь он изучает совокупность аспектов цифровой гигиены и позволяет выявить отношение людей к данному феномену. М.Ю. Черепанова в своей работе подчеркивает комплексность цифровой гигиены, рассматривая ее как интегрирующую дисциплину [9].

Условия и методы исследования

Методом исследования в настоящей работе был выбран анкетный опрос с использованием онлайн-платформы «Яндекс Формы». Целью являлось изучение отношения студентов к цифровой гигиене в рамках интегрирующего подхода. В данном опросе вопросы анкеты создавались в соответствии с исследовательскими задачами исследования: представление студентов о цифровой гигиене, использование

студентами методов защиты от киберугроз, навыки защиты студентов от потенциальных негативных правовых и этических последствий в цифровой среде, методы защиты от негативного воздействия информационных потоков, мотивы применения студентами навыков цифровой гигиены.

В опросе приняли участие 372 студента Самарского университета, 190 студентов социологического факультета и 182 студента института информатики и кибернетики, направления «информатика и вычислительная техника».

Результаты опроса

Целью исследования является изучение отношения студентов Самарского университета к цифровой гигиене. В рамках первой задачи исследования студентам, которые знают, что такое цифровая гигиена или что-то слышали о ней, был задан открытый вопрос, что они понимают под «цифровой гигиеной». Понимание цифровой гигиены студентами разделилось на 5 групп: первая группа связывает цифровую гигиену с безопасным поведением в сети Интернет (49,4%), вторая группа относит ее к защите от негативного воздействия потоков информации (17,1%), третья группа считает, что цифровая гигиена – это очистка цифрового пространства (13,3%), четвертая группа понимает цифровую гигиену в рамках защиты физического здоровья от цифровых технологий (5,7%), пятая группа студентов рассматривает ее в комплексном значении (14,5%) (рис 1).

В рамках второй задачи исследования было рассмотрено, создают ли студенты надежные пароли. Если рассматривать общую статистику по массиву опрошенных, то мы видим, что менее половины респондентов всегда создают надежные пароли (40,9%), иногда создают надежные пароли, иногда нет чуть более половины респондентов (55,9%). Всегда создают сложные пароли только 3,2% респондентов. Стоит заметить, что студенты института информатики и кибернетики чаще (51,1%), чем студенты социально-гуманитарного института (31,1%) всегда создают надежные пароли (табл.1).

Далее было выявлено, устанавливают ли студенты лицензионные программные обеспечения. Оказалось, что только 22,6%

студентов всегда устанавливают лицензионное ПО на своих устройствах, более половины опрошенных иногда устанавливают лицензионное ПО, иногда нет (55,9%). Четверть респондентов никогда не устанавливает лицензионное ПО на своих устройствах (21,5%) (табл. 2).

В рамках третьей задачи исследования студентам был задан вопрос: «Используете ли Вы в своих публичных высказываниях в сети Интернет ненормативную лексику?». По распределению данных массива в целом, можно заметить, что треть респондентов иногда используют в сети Интернет ненормативную лексику (34,1%), десятая часть студентов часто использует ненормативную лексику в публичных высказываниях (11,8%), чуть более половины опрошенных не используют ненормативную лексику в сети Интернет (54,1%) (табл. 3).

Было изучено, придерживаются ли студенты правила о нераспространении заведомо ложной информации в Интернете. Распределение по общему массиву дало следующие результаты: подавляющее большинство опрошенных соблюдают правило, которое рекомендует не распространять заведомо ложную информацию в сети Интернет (85,2%) (табл. 4).

В рамках четвертой задачи было проанализировано использование студентами методов защиты от негативного воздействия

информационных потоков. Подавляющее большинство респондентов в распределении по общему массиву не контролируют свое время в цифровом пространстве (72,8%), лишь пятая часть студентов обычно контролируют время, проведенное в цифровом пространстве (27,2%) (табл. 5).

В целом по массиву опрошенных можно отметить, что менее половины респондентов часто проверяют информацию на достоверность (40,1%), половина студентов иногда проверяют информацию на достоверность и надежность, иногда нет (52,4%). Никогда не проверяют информацию лишь 7,5% студентов (табл. 6).

В рамках пятой задачи исследования было выявлено, что наиболее популярным мотивом соблюдения правил цифровой гигиены является опасение стать жертвой мошенников (88,9%), студенты в равной степени соблюдают цифровую гигиену, потому что в Интернете огромное количество «фейков» и дезинформации и потому что опасаются «вирусов» (66,1% и 66,4% соответственно). Беспокоятся о своем здоровье и эмоциональном состоянии 46,2% респондентов. И наименее популярным мотивом использования цифровой гигиены среди студентов является содержание разрушительного контента в цифровом пространстве (38,4%) (рис. 2).

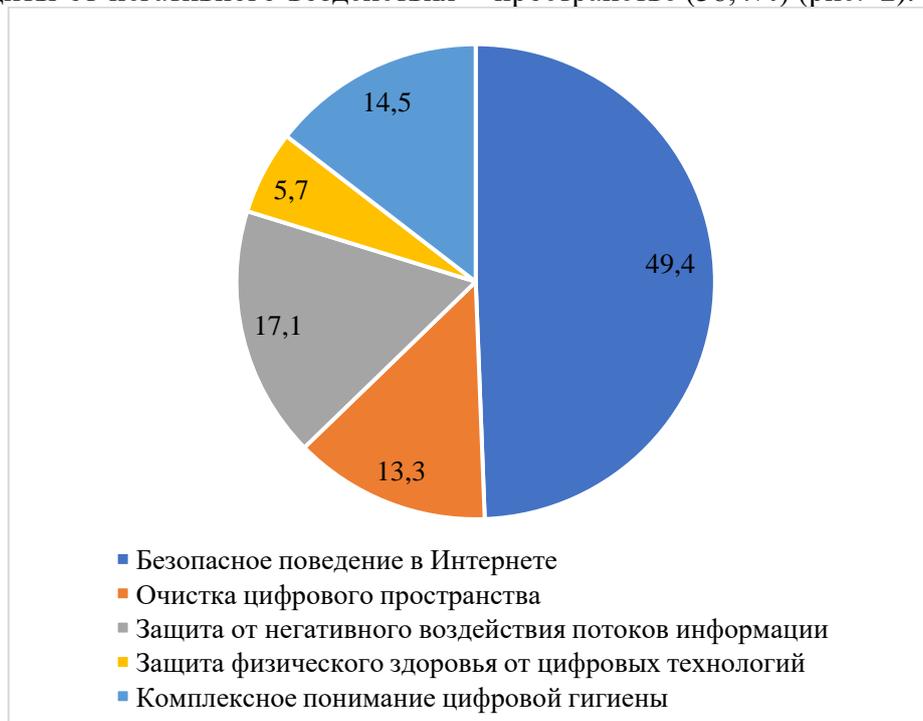


Рисунок 1. Распределение ответов на вопрос «Напишите, пожалуйста, что Вы подразумеваете под понятием «цифровая гигиена» (в % от числа ответивших, N=163)

Таблица 1

Распределение ответов на вопрос «Создаете ли Вы надежный пароль для ваших учетных записей?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Всегда создаю надежные пароли | Иногда создаю надежные пароли, иногда нет | Никогда не создаю надежные пароли | Итого |
|---------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|-------|
| Всего | 40,9 | 55,9 | 3,2 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | | |
| Социально-гуманитарный | 31,1 | 65,3 | 3,7 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 51,1 | 46,2 | 2,7 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | | |
| 1 курс | 41,7 | 56,3 | 1,9 | 100,0 |
| 2 курс | 31,8 | 65,9 | 2,3 | 100,0 |
| 3 курс | 48,9 | 50,0 | 1,1 | 100,0 |
| 4 курс | 40,4 | 51,7 | 7,9 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | | |
| Мужчины | 53,2 | 42,9 | 3,9 | 100,0 |
| Женщины | 32,1 | 65,1 | 2,8 | 100,0 |

Таблица 2

Распределение ответов на вопрос «Устанавливаете ли Вы лицензионное программное обеспечение на своих устройствах?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Да, я всегда устанавливаю только лицензионное ПО | Иногда устанавливаю, иногда нет | Никогда не устанавливаю лицензионное ПО | Итого |
|---------------------------|--|---------------------------------|---|-------|
| Всего | 22,6 | 55,9 | 21,5 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | | |
| Социально-гуманитарный | 24,7 | 51,6 | 23,7 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 20,3 | 60,4 | 19,2 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | | |
| 1 курс | 23,3 | 53,4 | 23,3 | 100,0 |
| 2 курс | 22,7 | 52,3 | 25,0 | 100,0 |
| 3 курс | 23,9 | 63,0 | 13,0 | 100,0 |
| 4 курс | 20,2 | 55,1 | 24,7 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | | |
| Мужчины | 18,8 | 57,8 | 23,4 | 100,0 |
| Женщины | 25,2 | 54,6 | 20,2 | 100,0 |

Таблица 3

Распределение ответов на вопрос «Используете ли Вы в своих публичных высказываниях в сети Интернет ненормативную лексику?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Да, часто использую | Иногда использую | Нет, не использую | Итого |
|---------------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|
| Всего | 11,8 | 34,1 | 54,1 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | | |
| Социально-гуманитарный | 9,5 | 37,4 | 53,2 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 14,3 | 30,8 | 54,9 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | | |
| 1 курс | 14,6 | 29,1 | 56,3 | 100,0 |
| 2 курс | 8,0 | 35,2 | 56,8 | 100,0 |
| 3 курс | 9,8 | 37,0 | 53,3 | 100,0 |
| 4 курс | 14,6 | 36,0 | 49,4 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | | |
| Мужчины | 16,9 | 35,1 | 48,1 | 100,0 |
| Женщины | 8,3 | 33,5 | 58,3 | 100,0 |

Таблица 4

Распределение ответов на вопрос «Придерживаетесь ли Вы правила не распространять заведомо ложную информацию в Интернете?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Да, я строго придерживаюсь этого правила | Иногда я придерживаюсь этого правила, иногда нет | Я никогда не придерживаюсь этого правила | Итого |
|---------------------------|--|--|--|-------|
| Всего | 85,2 | 11,6 | 3,2 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | | |
| Социально-гуманитарный | 85,8 | 12,1 | 2,1 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 84,6 | 11,0 | 4,4 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | | |
| 1 курс | 87,4 | 10,7 | 1,9 | 100,0 |
| 2 курс | 88,6 | 6,8 | 4,5 | 100,0 |
| 3 курс | 89,1 | 9,8 | 1,1 | 100,0 |
| 4 курс | 75,3 | 19,1 | 5,6 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | | |
| Мужчины | 81,8 | 14,3 | 3,9 | 100,0 |
| Женщины | 87,6 | 9,6 | 2,8 | 100,0 |

Таблица 5

Распределение ответов на вопрос «Контролируете ли Вы количество времени, проведенное в цифровом пространстве (компьютерные игры, просмотр социальных сетей и т.д.)?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Да, обычно я контролирую свое время в цифровом пространстве | Нет, я не контролирую свое время в цифровом пространстве | Итого |
|---------------------------|---|--|-------|
| Всего | 27,2 | 72,8 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | |
| Социально-гуманитарный | 32,1 | 67,9 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 22,0 | 78,0 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | |
| 1 курс | 23,3 | 76,7 | 100,0 |
| 2 курс | 29,5 | 70,5 | 100,0 |
| 3 курс | 35,9 | 64,1 | 100,0 |
| 4 курс | 20,2 | 79,8 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | |
| Мужчины | 24,7 | 75,3 | 100,0 |
| Женщины | 28,9 | 71,1 | 100,0 |

Таблица 6

Распределение ответов на вопрос «Проверяете ли Вы новостные источники на достоверность, надежность информации?» (в % от числа респондентов, N=372)

| Группы респондентов | Часто проверяю | Иногда проверяю, иногда нет | Никогда не проверяю | Итого |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| Всего | 40,1 | 52,4 | 7,5 | 100,0 |
| <i>Институты</i> | | | | |
| Социально-гуманитарный | 44,2 | 49,5 | 6,3 | 100,0 |
| Информатики и кибернетики | 35,7 | 55,5 | 8,8 | 100,0 |
| <i>Курс</i> | | | | |
| 1 курс | 35,0 | 58,3 | 6,8 | 100,0 |
| 2 курс | 35,2 | 56,8 | 8,0 | 100,0 |
| 3 курс | 52,2 | 42,4 | 5,4 | 100,0 |
| 4 курс | 38,2 | 51,7 | 10,1 | 100,0 |
| <i>Пол</i> | | | | |
| Мужчины | 40,3 | 51,3 | 8,4 | 100,0 |
| Женщины | 39,9 | 53,2 | 6,9 | 100,0 |



Рис.2 Распределение ответов на вопрос «Почему Вы соблюдаете навыки цифровой гигиены» (в % от числа респондентов, респонденты могли выбрать несколько вариантов ответов, N=331)

Студентам был задан вопрос, считают ли они необходимым соблюдение правил цифровой гигиены. Оказалось, что подавляющее большинство считает соблюдение правил цифровой гигиены необходимым (95,4%), лишь 4,6% студентов так не считают.

Было изучено, соблюдают ли цифровую гигиену студенты, выяснилось, что обычно соблюдают цифровую гигиену лишь 28,7%, иногда соблюдают, иногда нет больше половины опрошенных (65,8%), а никогда не соблюдает цифровую гигиену десятая часть опрошенных (8,9%).

Заключение

1) Почти половина респондентов не знают, что такое цифровая гигиена (48,1%).

2) К правилам защиты от киберугроз студенты относятся бессистемно, могут применять от случая к случаю.

3) Навыки защиты студентов от потенциальных негативных правовых и этических последствий в цифровой среде развиты неравномерно, если одни правила в рамках данного направления студенты соблюдают очень активно, то другие пренебрегаются респондентами.

4) Подавляющее большинство респондентов не контролируют свое время в цифровом пространстве, лишь четверть студентов обычно контролируют время, проведенное в цифровом пространстве. Можно сказать, что студенты не в полной мере соблюдают методы защиты от негативного воздействия

информационных потоков.

5) Наиболее популярным мотивом соблюдения правил цифровой гигиены является опасение стать жертвой мошенников. И наименее популярным мотивом использования цифровой гигиены среди студентов является содержание разрушительного контента в цифровом пространстве.

6) Стоит заметить, что подавляющее большинство студентов считают соблюдение цифровой гигиены необходимым, но на самом деле постоянно соблюдают ее лишь четверть респондентов.

Современный студент постоянно использует виртуальные платформы для учебы, коммуникации, работы и многого другого, но, как известно, цифровая среда имеет риски, следовательно, для каждого студента практика использования цифровой гигиены становится все более актуальной. При использовании навыков, сформированных цифровой гигиеной, студент обеспечивает себе безопасное нахождение в цифровом мире. Именно это обосновывает необходимость изучения и внедрения цифровой гигиены.

Литература

1. Философская аналитика цифровой эпохи: сб. науч. статей / отв. ред. Л.В. Шиповалова, С.И. Дудник. СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2020. 368 с.

2. Богданова Д. А. Обучение навыкам для цифровой эры: современный ландшафт // Педагогика информатики. 2020. № 2. С. 1-17.

3. Еремин А.Л. К вопросу развития нового направления – информационной экологии // Тезисы докладов 1-ой Международной конференции. Санкт-Петербург: Центр МАНЕБ. 1995. С. 238-239

4. Максимова Е.А., Молодцова И.А., Бердник М.В. Информационная гигиена как фактор предотвращения последствий z-цифровизации // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2018. № 3(29). С. 67-73.

5. Денисов Э.И., Еремин А.Л. Информация, здоровье, инновации: гигиенические аспекты // Вестник РГМУ. 2013. №5-6. С. 114-118.

6. Руденкин Д.В. Уровень развития навыков цифровой гигиены современной российской молодежи: итоги социологического исследования // Социодинамика. 2022. № 1. С. 36 - 55.

7. Романова Н. Г. Лингводидактические аспекты цифровой гигиены // Актуальные вопросы образования. Современный университет

как пространство цифрового мышления. Сборник материалов Международной научно-методической конференции. В 3 ч. Ч.2. Новосибирск, 2020. С.73–77.

8. Гайер, В. Д. Человек как субъект цифрового здоровья: проблемы цифровой гигиены // Цифровое воспитание: реалии и перспективы: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Москва, 15 сентября 2022 года. Москва: Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский институт психоанализа». 2022. С. 186-190.

9. Черепанова, М. Ю. К вопросу о цифровой гигиене, рисках и вызовах цифрового мира // Цифровое воспитание: реалии и перспективы: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Москва, 15 сентября 2022 года. Москва: Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский институт психоанализа», 2022. С. 466-472.

STUDENTS' ATTITUDE TO DIGITAL HYGIENE

O. V. Borisova

The purpose of the scientific article is to study the attitudes towards digital hygiene of Samara University students. The article considers the term "digitalization", its main definitions, and studies approaches to the definition of digital hygiene, which allowed to identify all aspects of this phenomenon for further empirical research. Digital hygiene promotes safety in the digital world, rational use of modern technologies. The study showed students' negligent attitude to the protection of personal data, the impact of information on the emotional state, as well as students' uneven use of digital hygiene rules and measures. Students realize the importance of ensuring their online safety, but do little to ensure it.

Key words: digitalization, digital technologies, information, digital environment, cyber threats.

Статья поступила в редакцию 22.05.2024 г.

ФИЗИКА

УДК 535.015

СТРУКТУРЫ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННЫЕ ИОНАМИ ЭРБИЯ И ИТТЕРБИЯ

Н. В. Латухина, Д. А. Нестеров

Данная научная работа посвящена изучению люминесцентных свойств полупроводниковых материалов, для разработки оптоэлектронных устройств. В статье исследуется окисленный пористый кремний полученный методом электрохимического травления, легированный ионами эрбия и иттербия. Обзорная часть работы охватывает основные публикации, посвященные развитию эффективной люминесценции пористого кремния, допированного редкоземельными металлами. Проведен структурно-морфологический анализ полученных образцов, включая экспериментальную обработку методами растровой электронной микроскопии и рамановской спектроскопии с различными технологическими параметрами. Результаты исследований могут быть использованы для разработки методики производства фотоэлектрических преобразователей на основе кремния для применения в оптоэлектронике.

Ключевые слова: пористый кремний, редкоземельные элементы, эрбий, иттербий, рамановская спектроскопия, растровая электронная микроскопия, элементный состав, ап-конверсия.

С момента открытия люминесцентных свойств пористого кремния продолжают усиленные попытки разработки высокоэффективных светоизлучающих структур на его основе. Полученное понимание механизмов возбуждения люминесцентных центров в пористом кремнии позволяет создавать новые или усовершенствованные устройства, имеющие потенциал для применения в цифровых телекоммуникационных, компьютерных и оптических технологиях. Методы исследования и анализа светоизлучающих структур на пористом кремнии стали более развитыми, что позволяет контролировать размеры нанокристаллов и элементный состав образцов.

Исследования продемонстрировали растущую актуальность изучения ап-конверсионного преобразования в слоях пористого кремния. [1-3] Работы в этой области выявили трудности, связанные с обеспечением высокой эффективности конверсии, такие как проблемы

кластеризации легирующих примесей, их неравномерное распределение в пористом слое, оптимальная толщина окисла, температурный отжиг и размеры пористого кремния [4]. Исследования также подчеркивают важность технологии, морфологических и структурных параметров для эффективного возбуждения люминесценции.

Материалы и методы

Образцы пористого кремния создавались на подложке монокристаллического кремния р- типа проводимости с удельным сопротивлением от 1.5 до 4 Ом*см с полированной или текстурированной поверхностью, путём анодного электрохимического травления в спиртовом растворе плавиковой кислоты в соотношении 1:1. Время травления составило от 3 до 12 минут при постоянной плотности тока 10 мА/см².

Для достижения ап-конверсии в материале необходимы метастабильные промежуточные

© Латухина Н. В., Нестеров Д. А., 2024

Латухина Наталья Виленовна (natalat@yandex.ru),

доцент кафедры физики твердого тела Самарского университета,

Нестеров Дмитрий Андреевич (nesand2606@mail.ru),

магистрант I курса физического факультета Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

энергетические уровни с длительным временем жизни от 10 мкс. Такие времена имеют редкоземельные элементы (РЗЭ), например, ионы Er^{3+} и Yb^{3+} . В материале с внедренными ионами Er^{3+} уже способны происходить многофотонные преобразования низкоэнергетичных квантов с последующей люминесценцией в видимом диапазоне. Относительная эффективность этого механизма ап-конверсии составляет около $\eta \approx 10^{-5}$. Поэтому для достижения более высокой эффективности ап-конверсии была выбрана пара РЗЭ $\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ с эффективностью $\eta \approx 10^{-3}$. Это связано с тем, что иттербий выступает в качестве сенсibilизатора в процессе ап – конверсии.

Для изготовления ап-конверсионных кремниевых структур использовался водный раствор азотнокислого эрбия и иттербия. Легирующая примесь создавалась путём пропитки пористого слоя водным раствором соли азотнокислого эрбия и иттербия с последующим отжигом в воздушной среде при 950 °С в течение 30 минут.

Исследование микроструктуры и морфологии поверхности скола образцов проводилось с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) TESCAN VEGA с целью контроля состава осажденного легирующего слоя и определения элементного состава образцов пористого кремния с легирующими примесями эрбия и иттербия.

Спектроскопия комбинационного рассеяния света образцов проводилась по поверхности пористого кремния при комнатной температуре в отсутствие посторонних источников света. При измерении спектров комбинационного рассеяния использовался спектрометр «EnSpectr» с длиной лазерного возбуждения 532 нм с 10-кратным фокусным увеличением. Время экспозиции 5000 мс, конечный график получался путём усреднения пяти последовательных съемок.

Растровая электронная микроскопия и элементный состав

На рисунке 1 представлено РЭМ – изображение образца, где светлая область – монокристаллический кремний, темная область – пористый слой толщиной от 2 до 20 микрон. Спектры, полученные из различных точек структуры, указали на значительное проникновение углерода с электродов в монокристаллический

кремний во время электрохимического травления, более чем на 5 мкм, что отражено спектром №31. Исследуя спектры № 28-30, можно заметить, что концентрация ионов эрбия и иттербия растет по мере приближения ко дну пористого слоя [5].

Спектроскопия комбинационного рассеяния

Спектроскопия комбинационного рассеяния (СКР), также известное как рассеяние Рамана, представляет собой явление, при котором молекулы рассеивают монохроматический свет, вызывая изменения в частоте света, что отражается в спектре рассеяния. В контексте исследования материалов, метод рамановского рассеяния может быть использован для анализа колебательных мод для оксидов редкоземельных элементов, включая эрбий и иттербий, содержащихся в слоях пористого кремния [6].

Изучение спектров рамановского рассеяния (рисунок 2) позволило обнаружить колебательные моды для оксидов эрбия и иттербия, присутствующих в пористом слое (таблица 2). Важно отметить, что сгенерированные спектры рассеяния, полученные в процессе исследования, совпали с результатами экспериментов [7]. Это свидетельствует о присутствии и возможности накачки пары эрбий/иттербий в слоях пористого слоя. Наличие групп N-O и NO₃ говорит о наличии безводных солей эрбия и иттербия в слоях ПК.

Заключение

В данной работе были проведены исследования по созданию и анализу ап-конверсионных слоев на основе пористого кремния, легированного ионами редкоземельных элементов Er^{3+} и Yb^{3+} . Используемая методика электрохимического травления кремниевой подложки и последующего легирования позволила сформировать пористые структуры с контролируемыми морфологическими, структурными и оптическими свойствами. Детальный анализ образцов с помощью растровой электронной микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния выявил особенности распределения легирующих ионов в объеме пористого слоя. Проведенные исследования СКР позволили не только идентифицировать колебательные моды для оксидов редкоземельных элементов, но и подтвердили

надежность технологических процессов формирования пористого кремния с внедренными ионами эрбия и иттербия.

Полученные результаты демонстрируют перспективность использования пористого кремния, легированного редкоземельными эле-

ментами, в качестве активной среды для создания высокоэффективных оптоэлектронных преобразователей. Результаты проведенных исследований могут быть положены в основу методики изготовления фотоэлектрического преобразователя легированного РЗЭ.

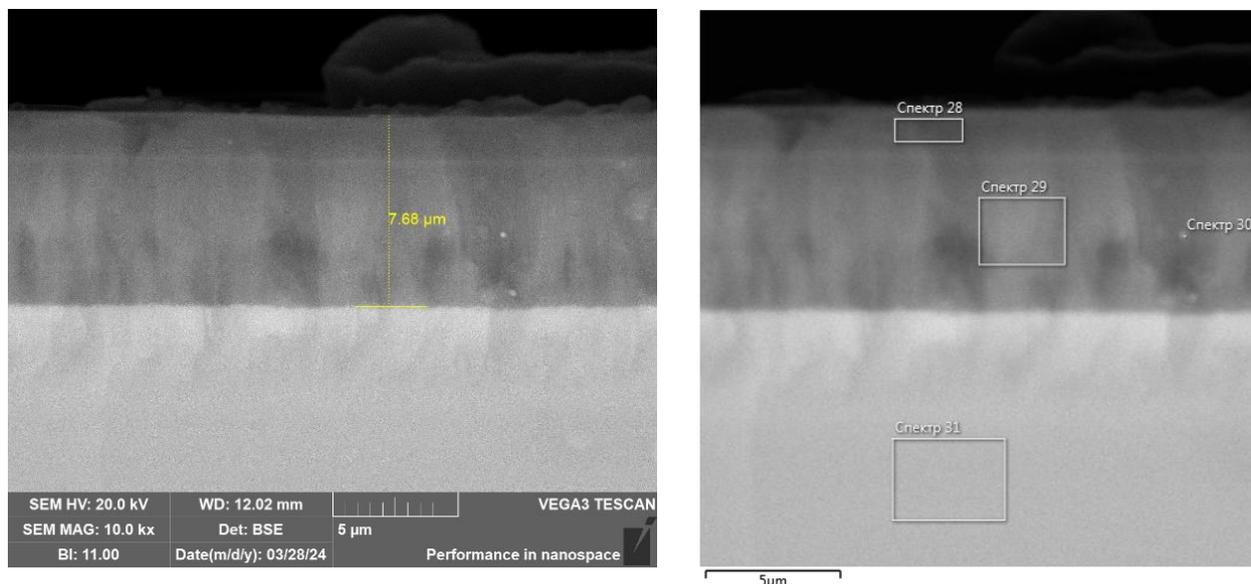


Рис. 1. РЭМ – изображение поверхности поперечного скола пористого кремния с ионами эрбия и иттербия

Таблица 1

Элементный состав ПК допированного Er/Yb

| | Спектр | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 28 | 29 | 30 | 31 |
| Элемент | Вес % | | | |
| Si | 48,00 | 49,94 | 49,90 | 98,20 |
| C | 16,90 | 14,70 | 18,57 | 1,58 |
| O | 33,84 | 30,45 | 27,57 | 0,00 |
| Yb | 1,26 | 3,93 | 3,67 | 0,25 |
| Er | 0,00 | 0,16 | 0,22 | 0,03 |
| N | 0,00 | 0,81 | 0,07 | 0,00 |
| Сумма | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Таблица 2

Раман-активные колебания образцов ПК допированные Er/Yb

| Частота пика cm ⁻¹ | Тип и группа колебаний | Частота пика cm ⁻¹ | Тип и группа колебаний |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 235 | Si-O | 635 | Er-O Ag |
| 275 | Er-O Fg | 712 | N-O |
| 346 | Yb-O | 732 | N-O |
| 366 | Er-O A1g | 749 | N-O |
| 514 | Si-Si | 827 | N-H |
| 525 | Yb-O Alg | 1022 | Si-O A _{2u} |
| 531 | Yb-O | 1045 | Si-O |
| 585 | Er-O Ag | 1062 | NO3 |

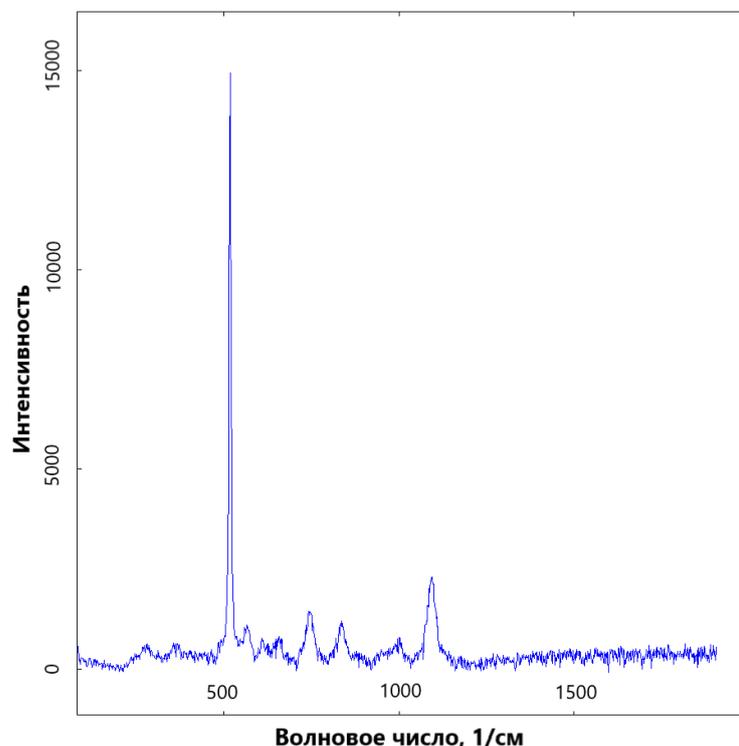


Рис. 2. Спектры комбинационного рассеяния света образцов ПК легированным эрбием и иттербием

Литература

1. Hasegawa Y., Kitagawa Y., Nakanishi T., Effective photosensitized, electrosensitized, and mechanosensitive luminescence of lanthanide complexes // *NPG Asia Mater*, 2018, Vol. 10 P. 52–70. doi:10.1038/s41427-018-0012-y

2. Nabil M. Photoluminescence Emission Control of Porous Silicon. *Soft Nanoscience Letters* // 2019, Vol. 9, P. 35-44. doi:10.4236/sn.l.2019.93003.

3. Moadhen A., Elhouichet H., Ferid M., Daoudi K., Canut B., Sandu C. S., Oueslati M., Roger J. A. Photoluminescence and structural analysis of terbium doped porous silicon // *Physica status solidi*, 2003, Vol. 197, P. 360-364, doi:10.1002/pssa.200306525

4. Gongalsky M.B., Kharin A.Y., Osminkina L.A., Timoshenko V.Y., Jeong J., Lee H., Chung B.H.

Enhanced photoluminescence of porous silicon nanoparticles coated by bioresorbable polymers // *Nanoscale Res Lett*, 2012, Vol. 7(1), P. 446, doi:10.1186/1556-276X-7-446.

5. Doğan İ., Mauritius C. M. Direct characterization of nanocrystal size distribution using Raman spectroscopy // *Journal of Applied Physics*, 2013, Vol. 114(13) P.134, doi:10.1063/1.4824178

6. Jinqiu Y.U., Raman spectra of RE₂O₃ (RE=Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc and Y): laser-excited luminescence and trace impurity analysis // *Journal of Rare Earths*, 2014, Vol. 32(1), P. 1-4.

7. Jianlan Cui and Gregory A., Hope Raman and Fluorescence Spectroscopy of CeO₂, Er₂O₃, Nd₂O₃, Tm₂O₃, Yb₂O₃, La₂O₃, and Tb₄O₇ // *Journal of Spectroscopy*, 2015, doi:10.1155/2015/940172.

ERBIUM AND YTTERBIUM ION-DOPED POROUS SILICON STRUCTURES

N. V. Latukhina, D. A. Nesterov

This scientific work is devoted to the study of the luminescent properties of semiconductor materials for the development of optoelectronic devices. The article examines oxidized porous silicon obtained by the method of electrochemical etching, doped with erbium and ytterbium ions. The review part of the work covers the main publications devoted to the development of efficient luminescence of porous silicon doped with rare earth metals. A structural and morphological analysis of the obtained samples, including experimental processing by methods of scanning electron microscopy and Raman spectroscopy with various technological parameters, was carried out. The research results can be used to develop a method for the production of photoelectric converters based on silicon for use in optoelectronics.

Key words: porous silicon, rare earth elements, erbium, ytterbium, Raman spectroscopy, scanning electron microscopy, elemental composition, up-conversion.

Статья поступила в редакцию 27.05.2024 г.

УДК 535.421

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ДАЛЬНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Д. М. Макеев

В представленном исследовании рассматривается высокоапертурный бинарный биаксикон, освещение которого осуществляется линейно-поляризованным светом. Целью работы является перераспределение осевых составляющих электромагнитного вектора так, чтобы усилить продольный компонент вдоль оптической оси, обеспечивая его максимальную величину, в то время как поперечные компоненты сводятся к минимуму. Асимметричная структура биаксикона была сформирована на кремниевой основе с применением методов литографии и плазмохимического травления, предназначенная для работы с инфракрасным излучением длиной волны 10,6 мкм.

Дополнительно в работе анализируется бинарная дифракционная решетка, расположенная на торце галогенидного ИК-волновода. Решетка была изготовлена посредством горячей штамповки, которая предназначена для контроля характеристик излучения, излучаемого волноводом. Такая технология направлена на более точное управление рассеянием и направлением светового потока на выходе из волновода.

Ключевые слова: высокоапертурный дифракционный биаксикон, дифракционная бинарная решетка, ИК-камера, линейная поляризация, дифракционный лепесток, оптическая ось.

Исследование дифракционных оптических элементов ДОО производится посредством ИК-камеры на основе матрицы микроболометров. Камера марки XPORT является неохлаждаемой, что позволяет производить исследования при комнатной температуре. Основной сложностью исследования является высокая чувствительность матрицы к интенсивному излучению.

В случае исследования биаксикона для получения результатов производилось перемещение диафрагмы в пределах определенной области, формирующей поле интенсивности. Наблюдение производилось под углом к оптической оси для регистрации дифрагированного света с максимальной интенсивностью.

При исследовании дифракционной решетки, расположенной на торце волновода, было решено применить вращающийся диск, на котором присутствует секторный вырез. Плавная регулировка угла сектора дополнительной пластиной позволила достигнуть необходимого уровня ослабления пучка на выходе из лазера.

Высокоапертурный бинарный фазовый дифракционный биаксикон

Фазовый дифракционный аксикон обладает сложной передаточной функцией, которая определяет правила воздействия на проходящий свет.

$$\tau(r) = \exp(ik\alpha_0 r), \quad (1)$$

где $k = 2\pi / \lambda$ – волновое число,

λ – длина волны,

α_0 – параметр аксикона, определяющий его числовую апертуру, $\alpha_0 = NA$.

В данном исследовании подробно изучается бинарный высокоапертурный микроаксикон с апертурным углом $\alpha_0 = 0,95$.

$$\tau_b(r) = \exp[i\psi_b(r)], \quad (2)$$

$$\psi_b(r) = \begin{cases} \pi, & \pi/2 < \text{mod}_{2\pi}(k\alpha_0 r) \leq 3\pi/2 \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

Этот микроаксикон предназначен для манипулирования световыми потоками в дальнем инфракрасном спектре с длиной волны $\lambda = 10,6$ мкм и специфичным радиусом R . Также

© Макеев Д. М., 2024

Макеев Даниил Михайлович (denmakeev93@yandex.ru),
аспирант кафедры наноинженерии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

объективно анализируется биаксиконного типа структура, которая теоретически и экспериментально может быть приспособлена для использования в разнообразных оптических приложениях в указанном диапазоне длин волн.

$$\tau_{bb}(r, \varphi) = \exp\{i \arg[\cos(k\alpha_0 r) \cos \varphi]\}, \quad (4)$$

В рис.1 представлен анализ форм фазовых функций, которые соответствуют уравнениям (2) и (3). Моделирование функционирования данных аксиконов проведено с учетом строгих принципов дифракционной теории и алгоритмов, детализированных в публикациях [1, 2]. Из результатов, отображенных на рисунке 1, становится очевидным, что для аксиконов с высокой числовой апертурой присутствует сопоставимый вклад как продольных, так и поперечных составляющих вектора электрического поля, поддерживающих интенсивность на значительных расстояниях, превышающих длину волны света. Применение обычного осесимметричного аксикона при наличии линейной поляризации света порождает расширение основного участка светового пучка вдоль оси поляризации. В свою очередь, использование биаксикона дает возможность нейтрализовать указанное расширение и улучшить фокусировку светового луча.

Экспериментальное исследование биаксикона

В прошлых исследованиях вопрос исследования узких световых пучков решался посредством использования методов сканирования с применением острого ножа или круглой диафрагмы, при этом основное внимание уделялось фиксации количества световой энергии, которая проникала через оптические компоненты в ходе сканирования [3]. Ключевым моментом в данных методиках является дифракция света на краю ножа или периферии диафрагмы, что приводит к значительному увеличению угла расходимости пучка из-за их микроскопических размеров [4].

На рис. 2 представлен результат моделирования ограничения светового пучка, сфокусированного с помощью высокоапертурного биаксикона, используя круглую диафрагму с радиусом, соответствующим двойной длине волны света λ , которая демонстрируется формулой (3).

В ходе численного моделирования были выявлены определенные аспекты, которые

требуют принятия дополнительных мер по оптимизации ориентации фотокамеры относительно оптической оси, особенно в контексте коллимации света с его значительными углами распространения. Часто даже оптические системы с высокой апертурой не способны эффективно справиться с этой задачей без внешних коррективов. Важно также отметить, что для аксиконов характерен низкий процент энергии света в центральной зоне, что приводит к существенным погрешностям в измерениях при сканировании из-за незначительных колебаний световой энергии. Даже использование фотоприемников с широким динамическим диапазоном не представляется достаточным для решения этой проблемы.

С учетом обозначенных ограничений и нюансов, была разработана оптическая схема устройства, предназначенного для проведения экспериментов, детализированная на рис. 3. Это решение стало результатом стремления обеспечить возможность всеобъемлющего изучения дифракционных оптических элементов с высокой числовой апертурой, включая рассматриваемый биаксикон.

В процессе смещений диафрагмы D фиксируются колебания дифракционного изображения в конкретных зонах яркости. Сдвиги в расположении диафрагмы D позволяют получить сведения о характеристиках энергетического распределения, проникающей сквозь ось цилиндра-конуса.

Лазер Л выдает пучок линейно поляризованного излучения. Его диаметр составляет 2 мм на выходном зеркале, расходимость его составляет около 10 мрад, также он содержит моду TEM₀₀. Имеется телескопическая оптическая система, состоящая из сходящей и расходящей линз L1 и L2 соответственно. Система задействована для увеличения размера светового пучка, освещающего оптический элемент, примерно на фактор пять. Регулировка позиционирования диафрагмы производится с помощью дифференциального регулировочного винта. Базовое расположение диафрагмы устанавливается при освещении в видимом диапазоне с расстоянием до целевого элемента примерно в 5 миллиметров. Для достижения наибольшей интенсивности дифракционного изображения результаты наблюдения выполняются под наклоном к оптической оси в диапазоне от 7 до 10 градусов.

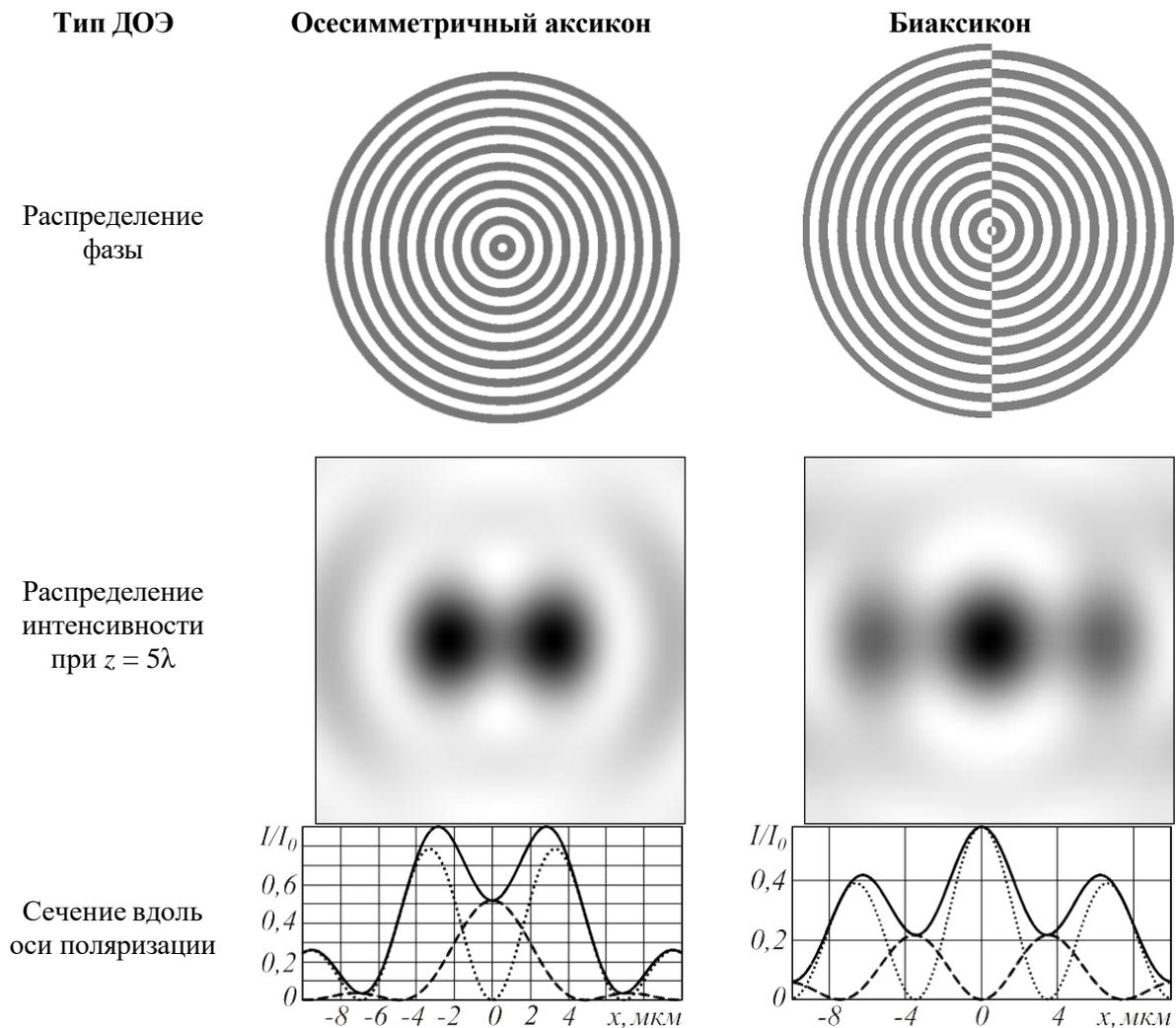


Рис. 1. Сравнение действия двух типов аксиконов для $R = 10\lambda$ при линейной x-поляризации освещающего излучения

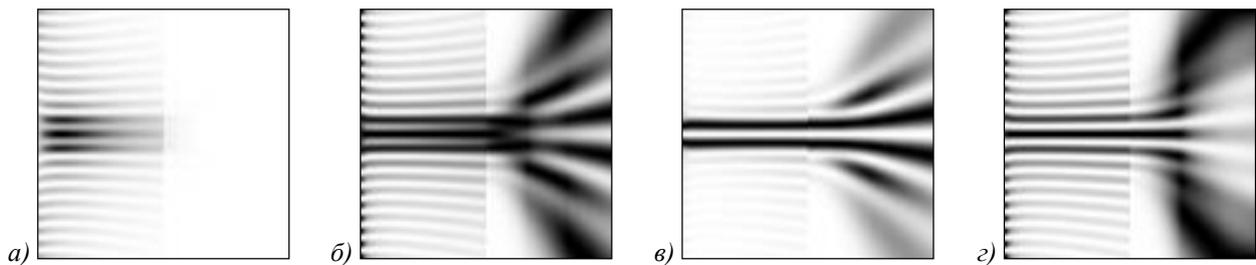


Рис. 2. Ограничение пучка с помощью круглой диафрагмы радиусом 2λ : распределение интенсивности (а) и топология распределения: для суммарной интенсивности (б), для интенсивности поперечных компонент (в) и для интенсивности продольной компоненты (г)

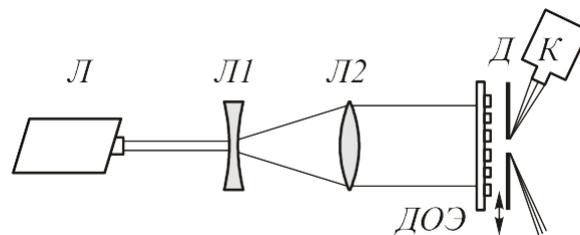


Рис. 3. Оптическая схема установки для исследования высокоапертурных аксиконов

Для излучения используется CO₂ – лазер модели LCD-1A, он дает возможность регулировать мощность излучения до 1,5 Вт.

Линзы, выполненные из ZnSe, характеризуются механизмом настройки расположения в видимом спектре, что упрощается благодаря схожести показателей преломления ZnSe в видимой и инфракрасной областях спектра.

Используется дифференциальный регулятор с микрометрическим делением для выставления начального положения диафрагмы и последующего его изменения. Радиус применяемой в эксперименте диафрагмы примерно 150 мм. Система линз, как было указано выше, позволяет выставлять начальное положение элементов оптической схемы, в том числе диафрагмы, в видимом свете. Изменение расстояния между диафрагмой и элементом производится вплоть до 1 мм.

Центральный максимум дифракционного узора для высокоапертурных систем формируется под значительными углами относительно оптической оси. Видеокамера К установлена так, чтобы её оптическая ось была выровнена в направлении этого дифракционного пика. Для съёмки используется стандартный объектив камеры с длиной фокуса 25 миллиметров и светосилой 1.2. Точная фокусировка на плоскость диафрагмы не требуется, поскольку качество дифракционных изображений остаётся неизменным в процессе их распространения, меняется только их масштаб. Это позволяет разместить камеру на относительно небольшом расстоянии (около 100 миллиметров) от диафрагмы.

Зарегистрированные распределения интенсивности представлены на рисунке 4. Эти данные соответствуют шагу в 2,5 микрометра перемещений диафрагмы в центральной области элемента. При последующих сдвигах диафрагмы наблюдаются сравнимые паттерны дифракции.

Вариации дифракционного узора регистрируются с периодичностью, приближенной к значению в 5 микрометров.

Исследование дифракционной решетки методами численного и оптического экспериментов

Для возбуждения волоконного оптического кабеля, на торцевой части которого расположен рельеф двоичной дифракционной

решётки, применяется лазер на углекислом газе. Луч лазера концентрируется на элемент с использованием линзы из ZnSe. В анализе дифракционной решётки используется лазерная система ИЛГН–708 с потенциалом генерации мощности до 30 Вт.

Для соединения выходного многоходового лазерного луча, имеющего приблизительно 6 мм в диаметре, с внутренним сердцевинном световода, диаметр которого около 1 мм, необходимо применение линзы с фокусным расстоянием $f=250$ мм. Необходимо, чтобы угол дифракции первого порядка θ превышал числовую апертуру волокна для чёткого разделения воспроизводимых дифракционных изображений.

С учетом длины волны $\lambda=10,6$ мкм и периода дифракционной решётки в 30 мкм, данный угол θ оценивается в примерно 0,35 рад., при этом числовая апертура волокна составляет менее 0,2. Следовательно, для реализации эксперимента, выбранный параметр решётки является адекватным. Зарегистрированное излучение на выходе световода фиксировалось на термочувствительной бумаге, которая темнеет при температуре около 100 °С. Для достижения такой температуры, интенсивность излучения должна составлять приблизительно 2 Вт. Термочувствительная бумага размещалась на дистанции от 5 до 10 мм от конечного среза волоконного кабеля.

При экспериментальном исследовании дифракционной решетки, расположенной на торце волновода, было решено применить вращающийся диск, на котором присутствует секторный вырез. Плавная регулировка угла сектора дополнительной пластиной позволила достигнуть необходимого уровня ослабления пучка на выходе из лазера.

Изображение оптической конфигурации реализованной экспериментальной аппаратуры представлено на рисунке 5.

Демонстрация результатов эксперимента с зафиксированными на термобумаге изображениями, которая была размещена на расстоянии в 6 миллиметров от конца оптоволоконного кабеля, приведена на рисунке 6. Были выявлены три отдельных пятна, соответствующих центральному максимуму (нулевой порядок дифракции) и первым порядкам (положительный и отрицательный).

Для количественной оценки мощности

лазерного излучения использовался измерительный прибор ИМО-2Н, который служит для аккуратного определения средней мощности как непрерывных, так и импульсных лазеров, а также энергии лазерных импульсов в условиях свободного излучения и имеет апертуру приемной части около 12 миллиметров. Измерения начинались с позиционирования приемной апертуры прибора в непосредственной близости от концевой поверхности оптоволокна, где была зарегистрирована мощность излучения в 0,032 Ватт. Затем детекторный узел медленно отодвигался до характерного изменения показаний мощности, что указывало на выход дифракционных максимумов более высоких порядков из зоны регистрации устройства. В этой точке измеренная мощность уменьшилась приблизительно в два раза и составила 0,015 Ватт.

Исходя из результатов, полученных в

ходе эксперимента, можно сделать вывод о том, что приблизительно половина измеряемой мощности лазерного излучения приходится на дифракционный нулевой порядок. Графические данные, отражающие численное моделирование функционирования решетки с созданным микрорельефом, представлены на рисунке 7. При этом соотношение ширины углубления решетки к ее периоду в проведенном численном эксперименте предполагалось равным 0,3, с периодом решетки в 30 микрометров. В процессе моделирования использовалось программное средство для компьютерной оптики "Quick-DOE" [5], где в качестве источника освещения предполагалась плоская волна с однородным поперечным распределением интенсивности, и проводилось в контексте скалярной теории дифракции с применением Быстрого Преобразования Фурье (БПФ).

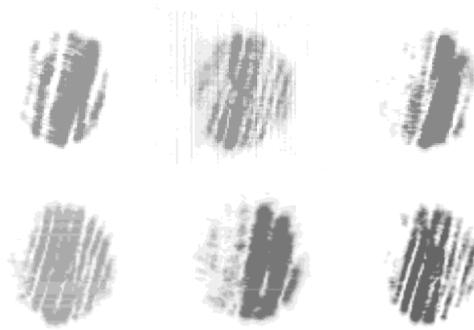


Рис. 4. Распределения интенсивности, полученные на ИК-камере в процессе сканирования диафрагмы вблизи поверхности биаксикона

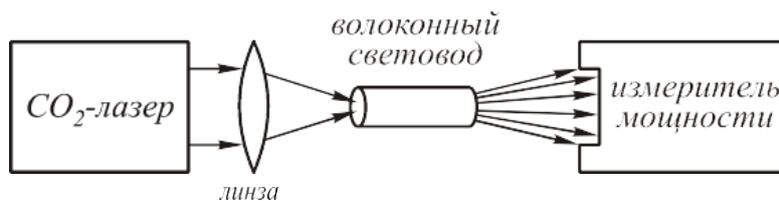


Рис. 5. Схема оптической установки

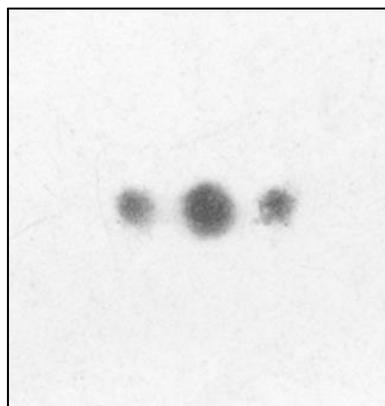


Рис. 6. Результат взаимодействия волноводного излучения с термобумагой

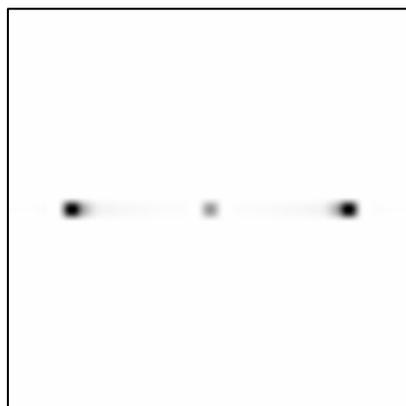


Рис. 7. Расчетная интенсивность на выходе волокна с нанесенным на торец дифракционным рельефом

Исходя из численного моделирования, согласно скалярной теории дифракции, объем энергии, приходящийся на нулевой порядок, достигает 11%, что существенно уступает значению, установленному при лабораторных измерениях.

Принимая во внимание, что типичный размер сформированного микрорельефа сопоставим с величиной длины волны света, для повышения точности количественного анализа влияния дифракции на структуре решетки было оценено как уместно применение строгой электромагнитной теории.

Для подтверждения результатов применялись методы верификации в контексте строгой электромагнитной теории. Моделирование взаимодействия волны света со структурой выбранной решетки проведено посредством двойного подхода: использования разностного метода для решения уравнений Максвелла [6], а также реализации "дифференциального" метода исследования [7]. Первый метод предусматривает разработку явной разностной схемы на основе уравнений Максвелла и применение вычислительной сетки, охватывающей анализируемую дифракционную решетку.

Во время настройки параметров дискретизации исследуемой области согласно стандартным методикам [6], исследователями были получены данные о долях интенсивностей прохождения различных порядков дифракции (выраженные в процентном отношении к энергии входящего луча). Эти значения характеризуют эффективность дифракционного элемента и показывают, что для нулевого порядка интенсивность I_0 составила 18,48%, в то время как для первого и минус

первого порядков результаты были одинаковы и равны $I_1=I_{-1}=20,37\%$, а для второго и минус второго порядков — $I_2=I_{-2}=8,221\%$ соответственно. Данные расчёты были выполнены на основе предположения, что на дифракционную решетку падает Т-волна, и в результате возникает Н-волна за решеткой [8].

Применение второго метода включало в себя корректную адаптацию поля за пределами дифракционной решетки (которое описывается с помощью разложения по Релею) с полем внутри решетки, которое определяется непосредственно с помощью уравнения Гельмгольца. В этом контексте авторы ограничили использование разложения Релея пятнадцатью первыми коэффициентами ряда [6].

В ходе исследования дифракционной решетки с определенными параметрами были получены следующие измерения процентных долей интенсивности прошедших порядков: для нулевого порядка I_0 составляет 18,5%, для первого и минус первого порядков I_1 и I_{-1} равны 21,19%, а для второго и минус второго порядков I_2 и I_{-2} равны 10,22%.

Наблюдаемое сходство значений, выявленное при использовании различных методических подходов, свидетельствует о достоверности и применимости используемых математических моделей [6], [7] и верифицирует направленность полученных экспериментальных результатов.

Следует отметить, что при применении скалярной теории к моделированию работы решетки, геометрические параметры которой сопоставимы с длиной волны света и при высокой оптической плотности субстрата, возможно возникновение заметных ошибок. Тем не менее, результаты практических экспериментов

также демонстрируют отклонения от теоретически предсказанных результатов моделирования в контексте строгой электромагнитной теории. Такие расхождения между результатами моделирования и реальными экспериментальными данными могут быть вызваны локальными дефектами в процессе формирования рельефа дифракционной решетки.

Заключение

Изучение дифракционных структур с использованием модели биаксикона выявило, что наличие одной или двух полос интерференции происходит, когда край диафрагмы перекрывает минимальные значения интенсивности света. Однако при перекрытии краями диафрагмы областей максимальной интенсивности количество данных полос возрастает. Наблюдения за изображениями в оптической камере, где дифракция присутствует только с одной стороны диафрагмы, указывают на периодическое изменение интенсивности в фокусе биаксикона, что согласуется с теоретическими предсказаниями.

Исследование микроструктур, сформированных на поверхности галогенидного волновода методом горячей штамповки, показало, что метод позволяет создавать микро-рельеф с высоким качеством. Этот подход представляет перспективы для создания многоуровневых и двумерных рельефов, требующих точного сопоставления штампуемой матрицы с оптической осью волновода для достижения наилучших результатов.

Литература

1. Алгоритмы быстрого расчёта дифракции радиально-вихревых лазерных полей на микроапертуре / С.Н. Хонина, А.В. Устинов, С.Г. Волотовский [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. № 12(3). С. 15-25.

2. Распространение радиально-ограниченных вихревых пучков в ближней зоне: I. Алгоритмы расчёта / С.Н. Хонина, А.В. Устинов, А.А. Ковалёв [и др.] // Компьютерная оптика. 2010. Т. 34, № 3. С. 317-332.

3. Suzuki Y., Tachibana A. Measurement of the μm sized radius of Gaussian laser beam using the scanning knife-edge // Applied Optics. 1975. V. 14. P. 2809-2810.

4. Stolpen A.H., Brown C.S., Golan D.E. Characterization of microscope laser beams by scanning of fluorescence emission // Applied Optics. 1988. V. 27. P. 4414-4422.

5. Software on diffractive optics and computer-generated holograms / Doskolovich L.L., Golub M.A., Kazanskiy N.L. [et. al.] // Proc. SPIE, 1995. Vol. 2363. P. 278-284.

6. Головашкин Д.Л. Дифракции Н-волны на двумерной диэлектрической решетке // Математическое моделирование, 2004. Т. 16, N 9, с. 53-61.

7. Electromagnetic Theory of Gratings/ Ed. by R. Petit. Berlin; Heidelberg: New York; Springer-Verlag, 1980. 286 P.

8. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн / Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 544 с.

9. Высокоапертурный бинарный биаксикон для дальнего ИК-диапазона: изготовление и экспериментальное тестирование при линейной поляризации падающего излучения / Карпеев С. В., Хонина С.Н., Волков А.В. [и др.] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2010. № 4 (24). С. 215-223.

10. Формирование и исследование дифракционного микро-рельефа на торце галогенидного ИК-волновода / Бородин С.А., Волков А.В., Казанский Н.Л. [и др.] // Компьютерная оптика. 2005. № 27. С. 45-49.

RESEARCH OF DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENTS FOR FAR IR LIGHT

D. M. Makeev

In this article is being researched a high-aperture binary bi-axicon using linearly polarized incident light to redistribute the axial contribution of various components of the electric vector in such a way that the longitudinal component obtained on the optical axis has a maximum value, and the transverse component has a minimum value. This asymmetric axicon was fabricated on a silicon substrate using lithography and plasma-chemical etching technology for an illuminating radiation wavelength of 10.6 μm . A diffraction binary grating at the end of a halide IR waveguide, manufactured using hot stamping technology, to control the radiation emerging from the waveguide is also being studied.

Key words: high-aperture diffractive bi-axicon, binary diffraction grating, IR-camera, linear polarization, grating lobe, optical axis.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024 г.

УДК 537.63:539.26

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ И ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА В95ПЧ

Ю. В. Осинская, С. Р. Макеев, Д. Р. Нуретдинова

В данной работе представлены основные результаты экспериментального исследования влияния легирующих примесей (Zn и Mg) и постоянного магнитного поля напряженностью 557.0 кА/м на микроструктуру и микротвёрдость технического алюминиевого сплава В95пч и модельных алюминиевых сплавов Al-Zn и Al-Zn-Mg. Установлено, что наложение постоянного магнитного поля длительностью 4 ч при температуре старения 140 °С на процесс старения алюминиевого сплава В95пч приводит к увеличению микротвёрдости сплава до 21 %, наблюдается отрицательный магнитопластический эффект. Однако в модельном сплаве Al-Zn-Mg магнитопластический эффект практически не проявляется, все значения микротвёрдости лежат в пределах ошибки измерения. Обнаружена несомненная роль легирующих примесей в процессе фазообразования и создания металлических сплавов с запрашиваемым комплексом конструкционных свойств.

Ключевые слова: старение, микроструктура, микротвёрдость, постоянное магнитное поле, магнитопластический эффект, алюминиевый сплав В95пч.

В настоящее время автомобильная и аэрокосмическая промышленность заинтересованы в легких металлических сплавах, которые обладают высокими конструктивными физико-механическими свойствами. Алюминий и сплавы на его основе по объемам производства и потребления занимают второе место после стали, что объясняется удачным сочетанием требуемых характеристик. Основным их достоинством является малый удельный вес, высокая коррозионная стойкость и хорошие пластические свойства [1]. С целью модификации данных свойств металлических сплавов используются различные методы термической обработки, влияние внешних воздействий, таких как магнитное поле [2] и электрический ток [3], а также введение легирующих примесей [4]. Основные легирующие элементы, которые вводятся в алюминиевые сплавы: Zn, Mg, Cu, Mn, Si, реже - Li, Ni, Ti. Добавление легирующих элементов в алюминиевые сплавы оказывают

существенное влияние на их физико-механические и коррозионные свойства [5].

Все металлические сплавы, упрочняемые искусственным старением, содержат легирующие элементы, которые растворяются при повышенных температурах (при нагреве под закалку) и выделяются в виде интерметаллических фаз при снижении температуры, благодаря чему значительно увеличиваются прочностные свойства [6].

В связи с этим, целью данной работы является выяснение роли легирующих примесей и постоянного магнитного поля в формировании микроструктуры и изменение микротвёрдости технического алюминиевого сплава В95пч и модельных сплавов Al-Zn-Mg и Al-Zn при старении.

Методика эксперимента

В качестве объекта исследования использовались технический алюминиевый

© Осинская Ю. В., Макеев С. Р., Нуретдинова Д. Р., 2024
Осинская Юлия Владимировна (ojv76@mail.ru),
заведующий кафедрой физики твердого тела Самарского университета
Макеев Сергей Романович (seregazd30@yandex.ru),
магистрант II курса физического факультета Самарского университета,
Нуретдинова Диана Рустемовна (dnuretdinova891@gmail.com),
студент III курса физического факультета Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

сплав В95пч и модельные, специально выплавленные алюминиевые сплавы Al-Zn и Al-Zn-Mg, химические составы которых приведены в таблице 1.

В таблице 2 представлены режимы термической и термомагнитной обработок для исследуемых сплавов.

Металлографические исследования проводили с целью обнаружения и исследования микроструктуры материала (размер зерна, границы зерна, двойники и прочее) и фазового состава, так как эти факторы определяют изменения физико-механических свойств исследуемых металлических сплавов. Металлографические измерения проводились на оптическом микроскопе МИМ-8М.

Микротвёрдость измерялась через определение размеров диагоналей отпечатков, полученных путём механического вдавливания индикатора (алмазной пирамиды с основанием квадратной формы) под действием нагрузки 100 г на протяжении 7 с. Измерения проводились на установке HAUSER для всех образцов. Значение микротвёрдости получали усреднением по 10 измерениям. Относительная ошибка среднего значения микротвёрдости составила 1-4 %.

Ниже представлены основные результаты, полученные в ходе эксперимента.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены типичные фотографии, снятые с поверхности металлографического шлифа исследуемых образцов.

После закалки на поверхности металлографических шлифов исследуемых образцов

(рис. 1, а-в) наблюдаются инородные включения в виде черных вкраплений, природа которых на данный момент не установлена. Четкой границы зерна выявить не удалось.

После старения в течении 4 ч без наложения постоянного магнитного поля (ПМП) наблюдается существенное изменение структуры алюминиевого сплава В95пч (рис. 1, г), в частности, размер включений становится значительно больше. Кроме этого, наблюдаются ярко выраженные границы зёрен, средний размер которых составил 65 мкм. В модельном алюминиевом сплаве Al-Zn-Mg средний размер зёрен составляет 74 мкм (рис. 1, д), что почти в 1,1 раза больше, чем у технического сплава (рис. 1, г).

Наложение ПМП на процесс старения алюминиевого сплава В95пч (рис. 1, е) приводит к уменьшению количества и размера включений. Кроме этого, средний размер зёрен практически не изменяется. В модельном сплаве наблюдается аналогичная ситуация (рис. 1, ж).

Таким образом, результаты металлографического анализа показывают, что наложение ПМП на процесс старения сплавов приводит к изменению его микроструктуры, при этом размер зёрен практически не изменяется.

Старение модельного алюминиевого сплава Al-Zn не проводили, так как комнатная растворимость Zn в Al составляет 4,4 вес. %, следовательно, при комнатной температуре весь Zn практически находится в α -твёрдом растворе Al и пересыщение твёрдого раствора не происходит.

Результаты измерения микротвёрдости сплавов представлены в таблице 3.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сплавов

| В95пч | | Al-Zn-Mg | | Al-Zn | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Элемент | Содержание в сплаве, вес. % | Элемент | Содержание в сплаве, вес. % | Элемент | Содержание в сплаве, вес. % |
| Al | 87.45 – 91.45 | Al | 91.05-92.5 | Al | 93.7-94.10 |
| Zn | 5.00 – 6.50 | Zn | 5 – 6 | Zn | 5 – 5.5 |
| Mg | 1.80 – 2.80 | Mg | 2-2.5 | Неконтролируемые примеси | |
| Cu | 1.40 – 2.00 | Неконтролируемые примеси | | Fe | 0.2 - 0.3 |
| Неконтролируемые примеси | | Fe | 0.2 - 0.3 | Ni | <0.1 |
| Fe | 0.05 – 0.25 | Ni | <0.01 | SI | <0.1 |
| Mn | 0.2 – 0.6 | SI | <0.15 | Mn | <0.1 |
| Cr | 0.1 – 0.25 | Mn | <0.01 | Cr | <0.1 |
| Si | до 0.1 | Cr | <0.001 | Cu | <0.1 |
| Ni | до 0.1 | Cu | <0.1 | Всего примесей <0.8 | |
| Ti | до 0,05 | Всего примесей: <0.55 | | | |
| Всего примесей: <1.35 | | | | | |

Таблица 2

Режимы термической и термомагнитной обработок

| | B95пч | Al-Zn-Mg | Al-Zn |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Закалка | 470°C (1 ч) в воду 20°C | 550°C (2 ч) в воду 20°C | 470°C (1 ч) в воду 20°C |
| Старение | 140°C, 4 ч, 0 кА/м | 140°C, 4 ч, 0 кА/м | – |
| Старение в постоянном магнитном поле | 140°C, 4 ч, 557 кА/м | 140°C, 4 ч, 557 кА/м | – |

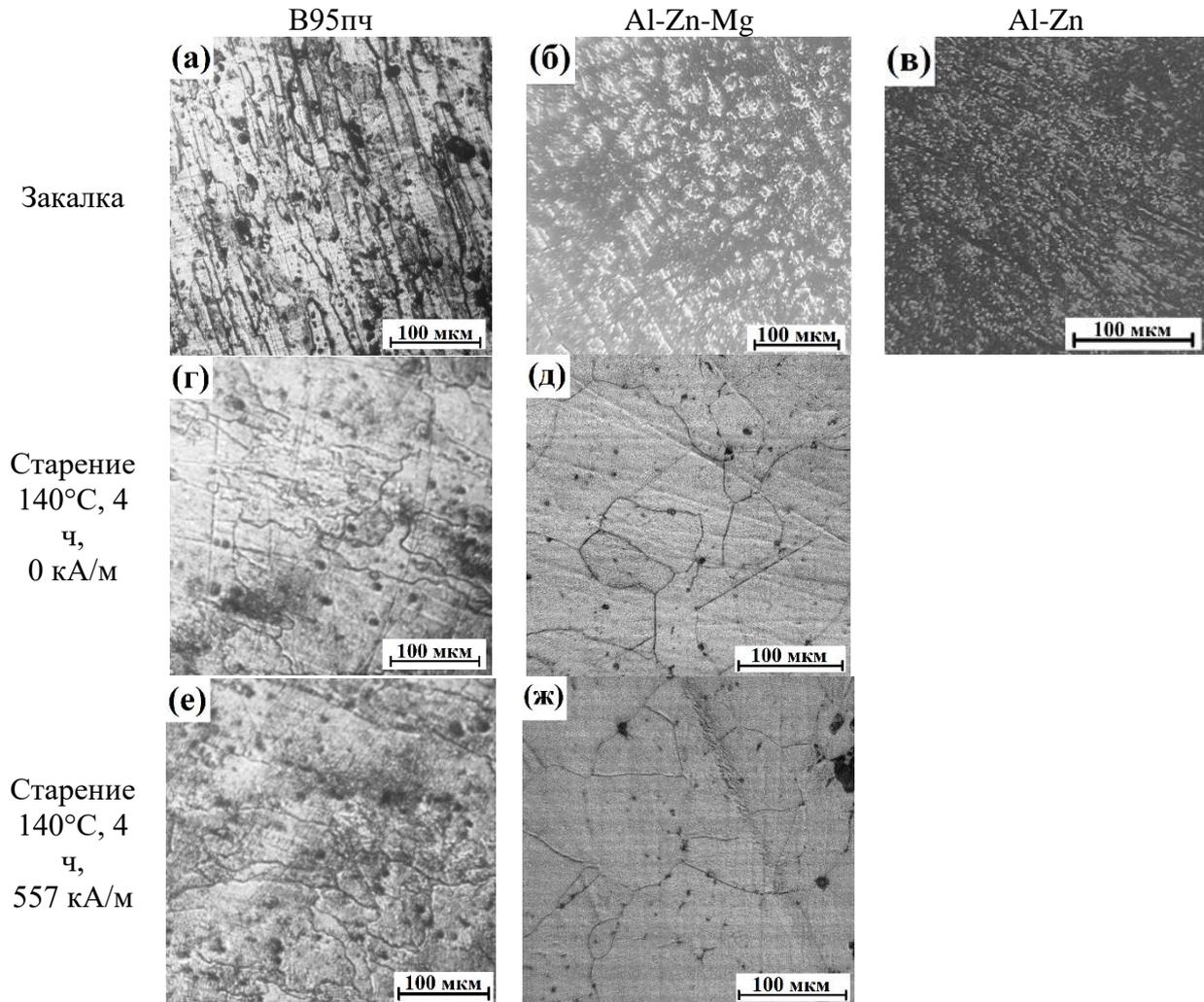


Рис. 1. Микроструктура алюминиевых сплавов после термической и термомагнитной обработок

Таблица 3

Результаты измерения микротвёрдости

| Время старения t, ч | Напряженность H, кА/м | B95пч | | Al-Zn-Mg | | Al-Zn |
|---------------------------------------|-----------------------|---|-----|---|-----|---|
| | | $H_{\mu} \pm \Delta H_{\mu}$, кГ/мм ² | МПЭ | $H_{\mu} \pm \Delta H_{\mu}$, кГ/мм ² | МПЭ | $H_{\mu} \pm \Delta H_{\mu}$, кГ/мм ² |
| Закалка при 470°C (1 ч) в воду (20°C) | - | 139±2 | - | - | - | 26±1 |
| Закалка при 550°C (2 ч) в воду (20°C) | | - | | 70±3 | | - |
| 4 | 0 | 152±3 | -21 | 112±3 | -2 | - |
| | 557.0 | 184±2 | | 114±2 | | |

После закалки значение микротвердости составляет 139 кГ/мм², 70 кГ/мм² и 26 кГ/мм², соответственно для алюминиевого сплава В95пч и модельных сплавов Al-Zn-Mg и AlZn.

Старение в течении 4 ч приводит к возрастанию микротвёрдости до 152 и 112 кГ/мм², соответственно для алюминиевого сплава В95пч и модельного сплава Al-Zn-Mg. Это можно объяснить тем, что в процессе искусственного старения образуются упрочняющие фазы (например, MgZn₂), которые являются эффективными барьерами для движения дислокаций, что приводит к увеличению сопротивления металлического сплава пластической деформации и повышению его твёрдости. Кроме этого установлено, что микротвердость модельного сплава Al-Zn-Mg почти в 1,5 раза меньше, чем микротвердость алюминиевого сплава В95пч, что подтверждает большую значимость легирующих примесей в формировании свойств.

Наложение ПМП на процесс старение алюминиевого сплава В95пч приводит к увеличению микротвёрдости до 21 %. Наблюдается, так называемый, отрицательный магнитоэластический эффект (МПЭ) [7]. Однако в модельном сплаве Al-Zn-Mg МПЭ практически не проявляется, все значения микротвердости лежат в пределах ошибки измерения. Также обнаруживается разница в значениях микротвердости двух исследуемых сплавов.

Заключение

1. Метод металлографического анализа показал, что наложение ПМП на процесс старения исследуемых сплавов не приводит к изменению их размера зерна, при этом наблюдается разница в 1,1 раза между средним размером зерна технического и модельного сплавов, что приводит к значительному различию между значениями микротвердости этих сплавов.

2. Наблюдается отрицательный МПЭ величиной 21 % в алюминиевом сплаве

В95пч, состаренном в ПМП, однако в модельном сплаве он практически отсутствует. Установлено, что микротвердость модельного сплава в 1,5 раза меньше технического.

3. Анализ полученных экспериментальных результатов в совокупности с литературными данными подчеркивают важность внешних воздействий, в частности ПМП и легирование примесями, на кинетику процесса старения и формирование микроструктуры и свойств металлических сплавов.

Литература

1. Белецкий В.М., Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение) / под ред. академика РАН Фридляндера И.Н. К.: КОМИНТЕХ. 2005. 365 с.

2. Осинская Ю.В., Покоев А.В., Магамедова С.Г. Влияние напряженности постоянного магнитного поля на процесс фазообразования в состаренном алюминиевом сплаве Al-Si-Cu-Fe // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2022. № 2. С. 80-84.

3. Yuzhen Liu, Minghui Huang, Ziyao Ma, Lihua Zhan Influence of the low-density pulse current on the ageing behavior of AA2219 aluminum alloy // Journal of Alloys and Compounds. 2016. Vol. 673. P. 358-363.

4. Шуркин П.К., Белов Н.А., Мусин А.Ф., Аксенов А.А. Новый высокопрочный литейный алюминиевый сплав на основе системы Al-Zn-Mg-Ca-Fe, не требующий термообработки // Известия вузов. Цветная металлургия. 2020. № 1. С. 48-58.

5. Алюминий: свойства и физическое металловедение: Справочное издание / под ред. Дж. Е. Хэтча. пер. с англ. Э. З. Непомнящей. М.: Металлургия. 1989. 422 с.

6. Бунин К.П., Баранов А.А. Металлография. М.: Металлургия. 1970. 254 с.

7. Молоцкий М.И. Отрицательный магнитоэластический эффект в немагнитных кристаллах // Физика твердого тела. 1993. Т. 35. Вып. 1. С. 11-14.

THE EFFECT OF ALLOYING IMPURITIES AND A CONSTANT MAGNETIC FIELD ON THE FORMATION OF THE MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOY B95PCH

J. V. Osinskaya, S. R. Makeev, D. R. Nuretdinova

This paper presents the main results of an experimental study of the influence of alloying impurities (Zn and Mg) and a constant magnetic field of 557.0 kA/m on the microstructure and microhardness of the technical aluminum alloy V95pch and model aluminum alloys Al-Zn and Al-Zn-Mg. It has been established that the application of a constant magnetic field lasting 4 hours at an aging temperature of 140 °C to the aging process of aluminum alloy V95pch leads to an increase in the microhardness of the alloy up to 21%, and a negative magnetoplastic effect is observed. However, in the model alloy Al-Zn-Mg, the magnetoplastic effect is practically not manifested, all microhardness values are within the measurement error. The undoubted role of alloying impurities in the process of phase formation and creation of metal alloys with the required set of structural properties has been discovered.

Key words: aging, microstructure, microhardness, constant magnetic field, magnetoplastic effect, aluminum alloy B95pch.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

ХИМИЯ

УДК 54.04, 543.545

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ «ЛЕКАРСТВЕННОЕ ВЕЩЕСТВО – МАКРОЦИКЛ» В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

К. И. Гладкова, А. И. Каменская, Ю. Г. Кураева

В данной работе проведено исследование комплексообразования трех β -адреноблокаторов с (2-гидроксипропил)- β -циклодекстрином (ГП- β -ЦД) в водных растворах методами спектрофотометрии и капиллярного электрофореза. Установлено, что бисопролол формирует с ГП- β -ЦД комплексы со стехиометрией 1:1, в то время как для метопролола и атеналолола установлена стехиометрия 2:1. Изучена электрофоретическая подвижность исследуемых соединений в присутствии макроцикла. По данным электрофоретического эксперимента рассчитана константа связывания бисопролола с ГП- β -ЦД в водном растворе, показано образование устойчивого комплекса.

Ключевые слова: комплексы включения, β -адреноблокаторы, УФ-спектрофотометрия, капиллярный электрофорез, константа связывания.

Комплексообразование играет важную роль во многих биохимических процессах, и широко применяется в фармацевтической химии с целью увеличения биологической доступности и активности лекарственных препаратов. Многие современные фармацевтические ингредиенты обладают низкой биодоступностью при введении их в организм в виду следующих причин: низкая растворимость в воде, физическая и химическая нестабильность, малая проницаемость через биологические мембраны, для некоторых препаратов – специфика введения в организм, вкусовые качества и запах препарата [1]. В последние годы актуально изучение комплексообразования биологически активных соединений с циклодекстрином или его производными. Формирование комплексов включения «препарат – циклодекстрин» является ценным инструментом для преодоления вышеперечисленных недостатков и тем самым увеличения биодоступности лекарственных форм.

Циклодекстрины (ЦД) – это производные циклических олигосахаридов, содержащие остатки α -D-глюкопиранозы. В зависимости от числа звеньев (6,7 или 8) различают α -, β -, и γ -ЦД соответственно [2]. Молекулы циклодекстринов имеют форму усеченного конуса с внутренней полостью. Наружняя поверхность ЦД гидрофильна из-за наличия гидроксильных групп, а внутренняя полость является гидрофобной [3,4].

Благодаря своей уникальной структуре, циклодекстрины способны к образованию комплексов включения типа «гость-хозяин» с различными молекулами как в водной среде, так и в твердой фазе. Данные комплексные соединения представляют большой научный и технический интерес в таких областях, как адресная доставка лекарственных препаратов, очистка воды, пищевая промышленность, в разделительных и сорбционных технологиях и т.д. [5-7].

© Гладкова К. И., Каменская А. И., Кураева Ю. Г., 2024
Гладкова Ксения Игоревна (gksenya02g06@mail.ru),
студент IV курса химического факультета Самарского университета,
Каменская Алиса Ильгизаровна (alinagalimova@mail.ru),
аспирант кафедры физической химии и хроматографии Самарского университета,
Кураева Юлия Геннадьевна (Kuraeva.yug@ssau.ru),
доцент кафедры физической химии и хроматографии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Наибольшее применение в качестве комплексообразователя находит β -ЦД. Однако его низкая растворимость в воде создает серьезные ограничения в использовании в фармацевтике, а также может привести к проблеме нефротоксичности лекарственных препаратов. Поэтому широкое применение находит 2-гидроксипропил- β -ЦД (ГП- β -ЦД), который также обладает хорошими комплексообразующими свойствами, высокой растворимостью и низкой токсичностью [8].

Процесс инкапсулирования применяют для увеличения растворимости лекарственных препаратов в воде, для снижения токсичности, для улучшения таких параметров, как устойчивость, биологическая активность, проницаемость через биологические мембраны, органолептических свойств.

Целью данной работы являлось изучение комплексообразования ГП- β -ЦД с тремя β -адреноблокаторами: атенололом, метопрололом и бисопрололом спектрофотометрическим и электрофоретическим методами.

Условия и методы исследования

В качестве молекул «гостей» были

выбраны синтетические лекарственные вещества из группы β -адреноблокаторов – бисопролол, атенолол, метопролол (рис.1, а,б,в). Это, в большей степени, водорастворимые соединения, блокирующие β -адренорецепторы, находящиеся в сердце, благодаря чему обладают антиаритмическими свойствами. Они являются основными компонентами в препаратах для снижения артериального давления. Физико-химические характеристики представлены в таблице 1. В качестве макроциклического «хозяина» использовали (2-гидроксипропил)- β -циклодекстрин (рис.1, г) с молекулярной массой 1540 г/моль.

Спектрофотометрическое исследование. Спектрофотометрический эксперимент проводили с помощью однолучевого сканирующего спектрофотометра UNICO 2800. Все измерения проводили с использованием 1 см кварцевых кювет. Снимали спектры растворов индивидуальных β -адреноблокаторов (10 мМ), ГП- β -ЦД и эквимольных растворов гостей с «хозяином». Стехиометрию образуемых комплексов « β -адреноблокатор - ГП- β -ЦД» определяли по методу Джоба, согласно методике, описанной в [9].

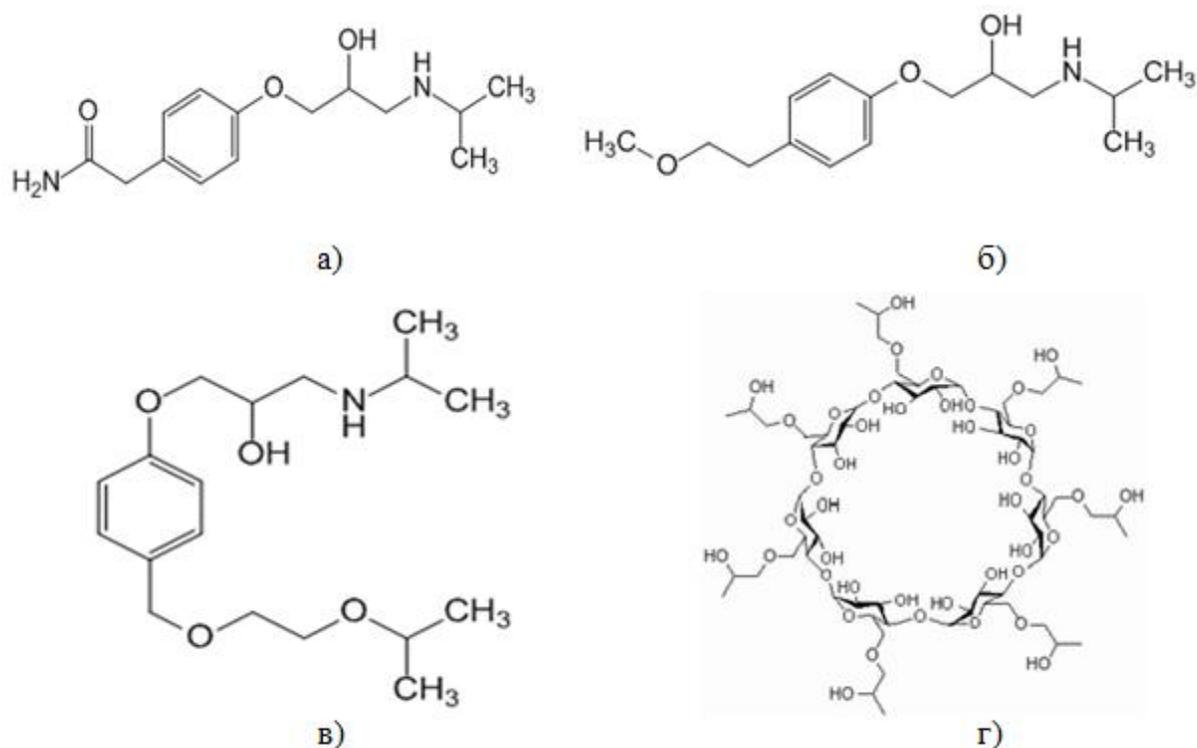


Рис.1. Структурные формулы объектов исследования: а – атенолол, б – метопролол, в – бисопролол, г – (2-гидроксипропил)- β -циклодекстрин

Таблица 1

Физико-химические характеристики объектов исследования

| Вещество | M, г/моль | Log P | Растворимость, мг/мл |
|------------|-----------|-------|-------------------------|
| Атенолол | 266,34 | 0,16 | 26,5 при 37°C |
| Метопролол | 267,36 | 1,88 | Хорошо растворим в воде |
| Бисопролол | 766,97 | 2,2 | Хорошо растворим в воде |

Эквимольные растворы 50 мМ β-адреноблокатора и ГП-β-ЦД готовили в 0.1 М боратном буфере и смешивали до стандартного объема так, чтобы молярное соотношение β-адреноблокатора изменялось от 0,1 до 0,9. После смешивания измеряли поглощение всех растворов при их длине волны, соответствующей максимуму на спектре поглощения каждого вещества. Затем строили зависимость ΔA·R от R, где ΔA = A - A₀ (A - поглощение раствора вещества с ГП-β-ЦД, A₀ – поглощение раствора индивидуального вещества), R – молярная доля вещества.

Электрофоретическое исследование

Электрофоретический эксперимент проводили на системе капиллярного электрофореза «Капель - 105М» со спектрофотометрическим детектированием и системой жидкостного охлаждения. Использовали кварцевые капилляры с внутренним диаметром 75 мкм и эффективной длиной 50 см. Перед началом работы проводили кондиционирование капилляра последовательным промыванием в течение 5 минут: дистиллированная вода, 0,5М раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, 0,5М раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода. Эксперимент выполняли при следующих условиях: напряжение 20 кВ, температура 20°C, гидродинамический ввод пробы 5 с при 30 мбар, детектирование при 220 нм. В роли фонового электролита использовали боратный буфер 0,1М (pH = 9,2), в который добавляли ГП-β-ЦД в концентрационном диапазоне 0,2 – 7 мМ.

Опираясь на полученные экспериментальные данные времен миграции исследуемых веществ и метки ЭОП (бензиловый спирт или ацетон), рассчитывали эффективную электрофоретическую подвижность μ_i:

$$\mu_i = \frac{L \cdot l}{U} \cdot \left(\frac{1}{t_M} - \frac{1}{t_{ЭОП}} \right), \quad (1)$$

где L – эффективная длина капилляра, см;

l – общая длина капилляра, см;

U – величина приложенного напряжения, В; t_M – время миграции вещества, с;

t_{ЭОП} – время миграции электроосмотического потока, с;

Образование комплекса со стехиометрией 1:1 описывается уравнением (2), из которого следует выражение для константы ассоциации K (3):



$$K = \frac{[B \cdot ЦД]}{[B] \cdot [ЦД]} \quad (3)$$

где [B] – концентрация свободного вещества («гостя»);

[ЦД] – концентрация свободного макроцикла («хозяина»);

[B · ЦД] – концентрация связанного вещества.

Эффективная электрофоретическая подвижность складывается из подвижностей свободной и связанной формы вещества:

$$\mu_i = \frac{[B]}{[B] + [B \cdot ЦД]} \cdot \mu_f + \frac{[B \cdot ЦД]}{[B] + [B \cdot ЦД]} \cdot \mu_c \quad (4)$$

где μ_f – электрофоретическая подвижность свободного гостя,

μ_c – электрофоретическая подвижность связанного гостя.

С учетом выражения (2) уравнение (4) преобразуется в:

$$\mu_i = \frac{\mu_f + K[ЦД]\mu_c}{1 + K[B \cdot ЦД]} \quad (5)$$

Для определения константы связывания используется линейная форма уравнения (5) в виде двойного обратного графика:

$$\frac{1}{\mu_i - \mu_f} = \frac{1}{(\mu_c - \mu_f)K} \cdot \frac{1}{[ЦД]} + \frac{1}{(\mu_c - \mu_f)} \quad (6)$$

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 сопоставлены спектры, полученные для водных растворов исследуемых веществ в присутствии и отсутствии макроцикла. Сдвиг максимума поглощения свидетельствует об образовании комплекса включения. Установлено, что для всех исследуемых соединений наблюдается гипсохромный сдвиг с гипохромным эффектом.

Представленные на рис. 3 диаграммы Джоба свидетельствуют о том, что стехиометрия 1:1 реализуется только для комплексов «бисопролол – ГП-β-ЦД» (максимум соответствует положению мольной доли 0,5). С метопрололом и атенололом ГП-β-ЦД образует комплексы со стехиометрией 2:1 (максимум сдвинут вправо относительно положения мольной доли 0,5).

Для количественной оценки комплексообразования рассчитывали электрофоретическую подвижность исследуемых веществ при варьировании концентрации ГП-β-ЦД в фоновом электролите. Введение макроцикла приводит к изменению времен миграции, что косвенно свидетельствует об ассоциации «β – адреноблокатор – макроцикл» (рис.4).

На рисунке 5 представлены зависимости эффективной электрофоретической подвижности бисопролола и метопролола от концентрации ГП-β-ЦД.

Построение графика, соответствующего уравнению (6) возможно только для бисопро-

лола, так как только в этом случае подтверждена стехиометрия 1:1 (рис.6). Рассчитанное значение константы связывания «бисопролол - ГП-β-ЦД» составило $258,4 \text{ M}^{-1}$. Полученное значение константы свидетельствует о формировании устойчивого комплекса включения по типу «гость – хозяин».

Заключение

Таким образом, в работе проведено спектрофотометрическое и электрофоретическое изучение комплексообразования трех β-адреноблокаторов с (2-гидроксипропил)-β-циклодекстрином в водной среде. С помощью метода Джоба установлена стехиометрия образуемых комплексов: стехиометрия 1:1 для комплексов «бисопролол - ГП-β-ЦД» и стехиометрия 2:1 для «атенолол/метопролол - ГП-β-ЦД». Изучены зависимости электрофоретической подвижности исследуемых соединений в присутствии макроцикла. Для комплекса «бисопролол - ГП-β-ЦД» рассчитана константа связывания, значение которой составило $258,4 \text{ M}^{-1}$.

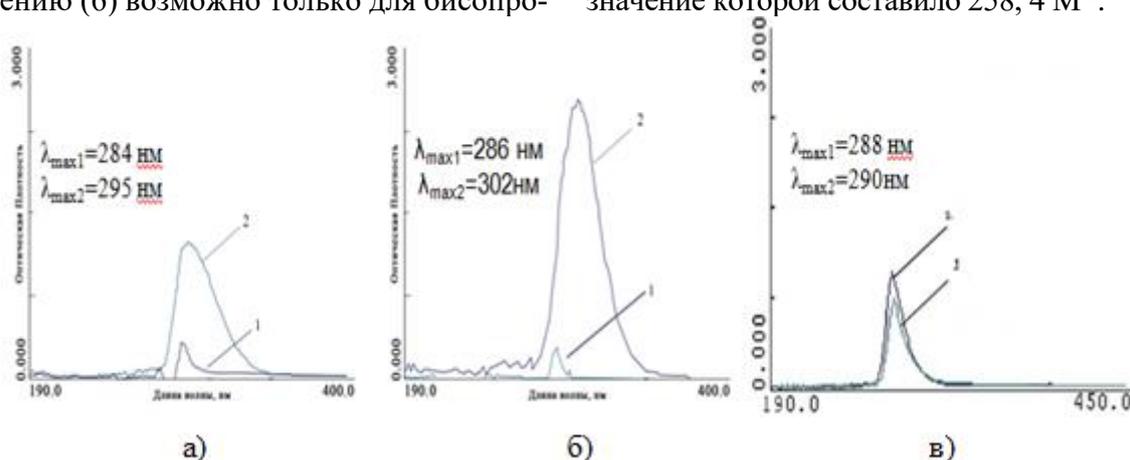


Рис. 2. УФ-спектры свободного вещества (2) и в комплексе с 2-ГП-β-ЦД (1): а – атенолол, б – метопролол, в – бисопролол

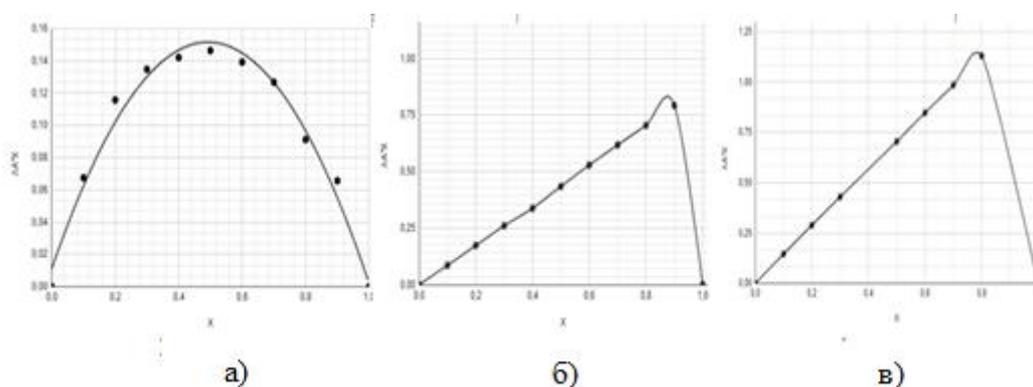


Рис. 3. Диаграммы Джоба для исследованных соединений: а – бисопролол, б – атенолол, в – метопролол

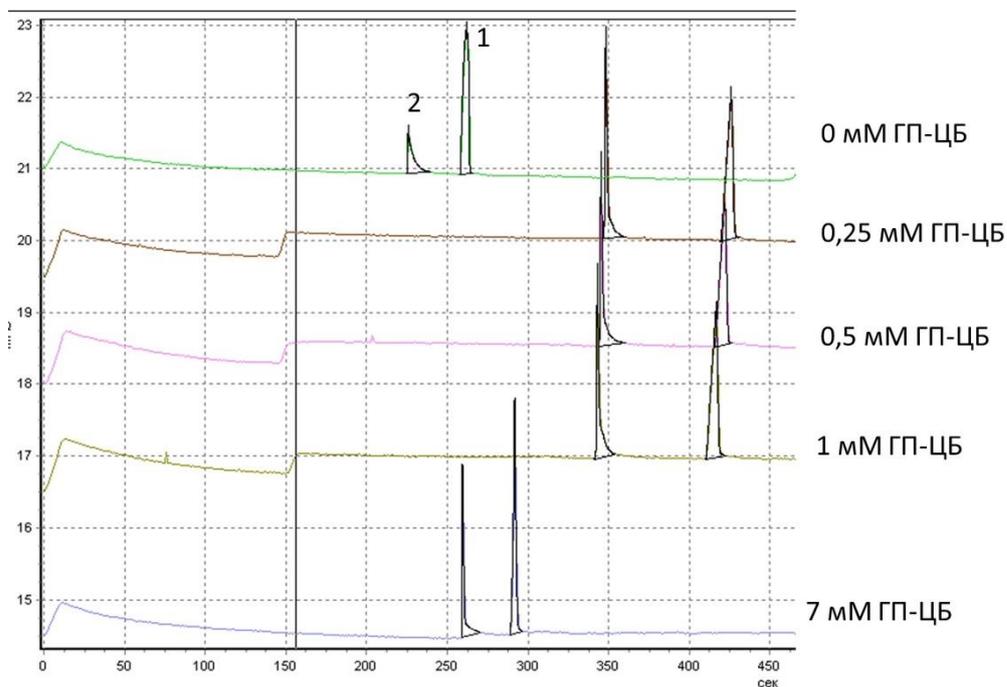


Рис. 4. Электрофореграммы бисопролола при различных концентрациях макроцикла в фоновом электролите: (1) – бисопролол; (2) – метка ЭОП

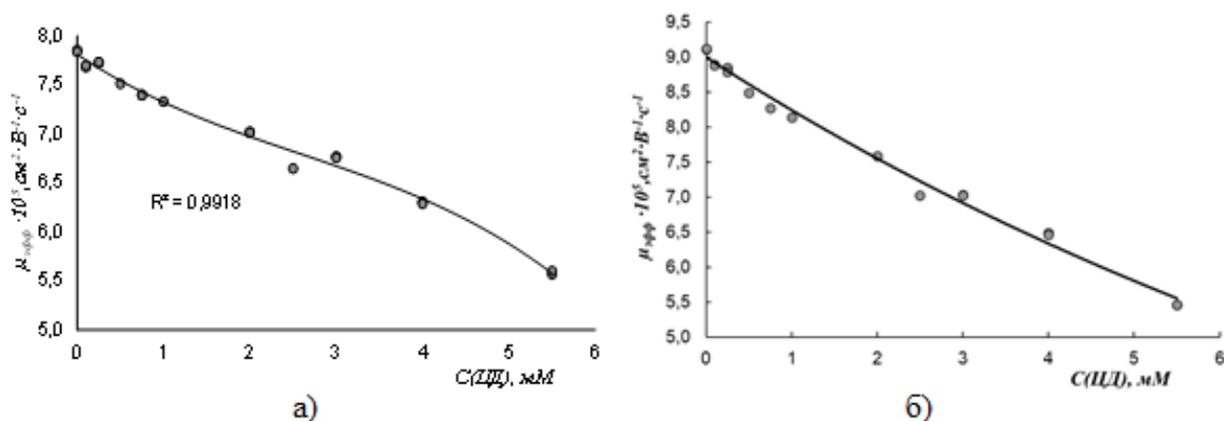


Рис. 5. Зависимости электрофоретической подвижности бисопролола (а) и метопролола (б) от концентрации ГП-β-ЦД

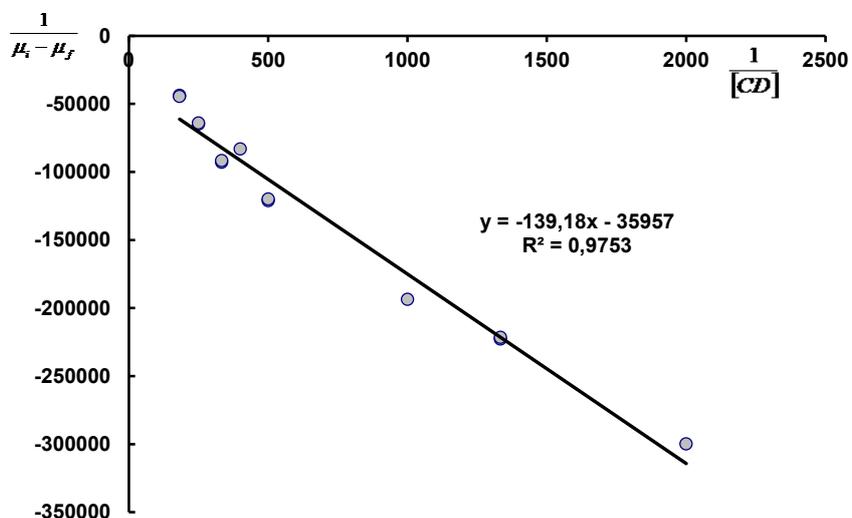


Рис. 6. Линейная форма изотермы связывания для бисопролола

Литература

1. Sarabia-Vallejo A. et al. Cyclodextrin Inclusion Complexes for Improved Drug Bioavailability and Activity: Synthetic and Analytical Aspects // *Pharmaceutics*. 2023. Vol. 15. №. 9. P. 2345.
2. Xiao Z. et al. Cyclodextrins as carriers for volatile aroma compounds: A review // *Carbohydrate Polymers*. 2021. Vol. 269. P. 118292
3. Шипилов Д.А. Новые производные β -циклодекстрина как потенциальные носители лекарственных средств. Особенности синтеза и фармакологического действия: дис. ... канд. хим.наук. Москва, 2018. 174 с.
4. Fourmentin, S., Crini, G., Lichtfouse, E. *Cyclodextrin Fundamentals, Reactivity and Analysis* / Springer International Publishing. 2018. P. 1-55
5. Han, P. Preparation, characterization, and molecular modeling of sesamol/ β -cyclodextrin derivatives inclusion complexes / Han P, Zhong Y, An N, Lu S, Wang Q, Dong J // *Journal of Molecular Liquids*. 2021. Vol. 339. P.116790.
6. Fan, G.; Yu, Z.; Tang, J.; Dai, R.; Xu, Z. Preparation of gallic acidhydroxypropyl- β -cyclodextrin inclusion compound and study on its effect mechanism on *Escherichia coli* in vitro. // *Mater. Express*. 2021. Vol. 11. P. 655–662.
7. Manne A.S.N. Hot liquid extrusion assisted drug-cyclodextrin complexation: A novel continuous manufacturing method for solubility and bioavailability enhancement of drugs / Manne, A.S.N.; Hegde, A.R.; Raut, S.Y.; Rao, R.R.; Kulkarni, V.I.; Mutalik, S.// *Drug Deliv. Transl. Res*. 2021. Vol. 11. P. 1273–1287.
8. Garibyan A. et al. Effect of pH, temperature and native cyclodextrins on aqueous solubility of baricitinib // *Journal of Molecular Liquids*. 2022. Vol. 360. P. 119548.
9. Sbarcea L, Ledeti A, Udrescu L, Varut RM . Betulonic acid –cyclodextrins inclusion complex // *I. Therm Calorim* 2019. Vol. 138. №4. P. 2787 -2797.
10. Сурсякова В.В., Левданский В.А., Рубайло А.И. Определение констант устойчивости комплексов эфирных производных бетулина с β -циклодекстрином методом аффинного капиллярного электрофореза // *Журн. Сиб. федер. ун-та. Химия*. 2020. Т.13. № 4. С. 534-541.

SPECTROPHOTOMETRIC AND ELECTROPHORETIC STUDY OF DRUG-MACROCYCLE COMPLEXATION IN AQUEOUS SOLUTIONS

Gladkova K. I., Kamenskaya A. I., Kuraeva Yu. G.

This article studies the complex formation of three β -blockers with (2-hydroxypropyl)- β -cyclodextrin (HP- β -CD) in aqueous solutions using spectrophotometry and capillary electrophoresis. It was established that bisoprolol forms complexes with HP- β -CD with a stoichiometry of 1:1, while a stoichiometry of 2:1 was established for metoprolol and atenolol. The electrophoretic mobility of the compounds under study in the presence of a macrocycle was studied. Based on the data of an electrophoretic experiment, the binding constant of bisoprolol with HP- β -CD in an aqueous solution was calculated, and the formation of a stable complex was shown.

Key words: inclusion complexes, β -blockers, UV-spectrophotometry, capillary electrophoresis, binding constant.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© K. I. Gladkova, A. I. Kamenskaya, Yu. G. Kuraeva, 2024.
 Gladkova Ksenia Igorevna (gksenya02g06@mail.ru),
 4th year student of the Faculty of Chemistry of Samara University,
 Kamenskaya Alisa Ilgizarovna (alinagalimova@mail.ru),
 postgraduate student of the Department of Physical Chemistry and Chromatography of Samara University,
 Kuraeva Yulia Gennadyevna (Kuraeva.yug@ssau.ru),
 associate professor of the Department of Physical Chemistry and Chromatography of Samara University,
 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЁНОЧНЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ TiO_2 , СИНТЕЗИРОВАННОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Я. А. Тимофеева

В данной работе были разработаны способы нанесения с использованием как физических, так и химических методов наноразмерного диоксида титана TiO_2 , синтезированного золь-гель методом, на твердые подложки, в качестве которых выступали покровное стекло и алюминиевая пластина. Были рассмотрены методики определения фотокаталитических свойств для полученных материалов, такие как определение краевого угла смачивания до облучения ультрафиолетовым светом и после, а также измерение фотодеградации красителя метиленового синего. Доказано, что все полученные плёночные катализаторы на основе диоксида титана обладают фотокаталитическими свойствами. Одни плёнки оказались более устойчивыми к механическим воздействиям, а другие получились с более равномерной поверхностью.

Ключевые слова: наноразмерный диоксид титана, фотокатализ, фотокатализаторы, плёнки, алкоксидный метод получения.

Современную жизнь довольно-таки сложно представить без каталитических процессов, в частности без процесса, протекающего с увеличением скорости под действием света в присутствии катализатора [1].

В настоящее время довольно большое внимание привлекают к себе материалы, использующие принцип фотокатализа, то есть фотокаталитические материалы. Фотокаталитические материалы применяют для решения таких проблем, как: экологические (очистка сточных вод) [2, 3], медицинские (дезинфекция помещений от бактерий, вирусов и даже от SARS-CoV-2) [4], биохимические (обработка биополимеров) [5] и другие.

Диоксид титана (TiO_2) – один из фотокаталитических материалов, который обладает химической стабильностью, биологической инертностью, низкой токсичностью, а также имеет относительно низкую стоимость, чем вызывает к себе интерес [6].

Применение диоксида титана в качестве материала для фотокатализа имеет большой потенциал в области охраны окружающей среды. Данные материалы проявляют активн-

ость при каталитическом окислении веществ под воздействием ультрафиолетового излучения. Поглощение светового кванта с длиной волны $\lambda < 390$ нм приводит к переносу электрона из валентной зоны в зону проводимости частицы TiO_2 . Полученная пара электрон-дырка обладает ярко выраженными окислительно-восстановительными свойствами и реагирует с различными молекулами на поверхности диоксида титана [7].

Эффективность работы фотокатализаторов сильно зависит от дисперсности и структурных характеристик материала. Изменение геометрических размеров частиц TiO_2 оказывает значительное влияние на его электронные и оптические свойства. Уменьшение размеров позволяет повысить эффективность вывода носителей заряда на поверхность частиц TiO_2 , созданных световым излучением, что увеличивает вероятность протекания фотокаталитического процесса на поверхности катализатора [8].

Данный катализатор хорошо известен как материал в виде порошка, однако, одним из существенных недостатков наноразмер-

ных порошковых фотокатализаторов, в том числе TiO_2 , считается трудность их извлечения после каждого цикла фотокатализа. Один из вариантов упростить технологию многократного применения фотокатализатора – ‘это использование фотокаталитически активных тонкопленочных оксидов. Поэтому для решения данной проблемы мы рассматривали способы получения и нанесения фотокатализатора на основе TiO_2 в виде пленки на твердые подложки.

Условия и методы исследования

Для получения суспензий был выбран алкоксидный метод получения наночастиц диоксида титана (алкоксид – тетрабутоксититан). Процесс получения наночастиц диоксида титана заключался в следующем. Сначала готовились два раствора: раствор тетрабутоксититана в абсолютированном изопропиловом спирте и раствор катализатора азотной кислоты в воде. С помощью микрошприца отбирались объёмы компонентов, указанные в таблице 1.

В первом случае в раствор с ТБТ порционно добавлялся раствор катализатора, эксперимент проводили в мерных пробирках, которые интенсивно встряхивали для перемешивания. Смеси выдерживали при комнатной температуре в течение семи дней. За это время проходили процессы гидролиза и конденсации. После этого образовавшаяся твёрдая фаза осаждалась центрифугированием, жидкость над осадком декантировалась и добавлялась дистиллированная вода (процесс повторяли дважды). В результате данных операций получали золь.

Во втором случае менялся порядок смешивания растворов, т.е. в раствор катализатора порционно добавлялся раствор с ТБТ. Так как в результате смены порядка смешивания получался гель, данный эксперимент проводился в химическом стакане для удобства

извлечения его в дальнейшем. Все также было интенсивно перемешано и оставлено на семь дней для завершения реакций. Далее декантировали органическую примесь, находящуюся над образовавшимся гелем, и промывали дистиллированной водой.

В таблице 1 указаны объёмы добавляемых реагентов в золях, используемых в дальнейших экспериментах. В опытах с 1-2 мольное соотношение одинаковое, чтобы проверить воспроизводимость золя (геля) и увеличить объем получаемого продукта (2 опыт). В 3 опыте увеличено количество воды.

Воспроизводимость золя (геля) подтвердилась. В случае 3 опыта наблюдалось отрицательное влияние воды на качество золя–реагенты в нем прореагировали не так хорошо. Поэтому в дальнейших экспериментах данный образец не использовался.

Для оценки размеров получаемых частиц использовали метод оптической спектроскопии – метод турбидиметрии. В этом методе по тангенсу наклона прямой находили значение показателя степени n в уравнении Геллера и далее связанное с ним значение параметра Z

$$Z=8\pi r/\lambda \quad (1)$$

где r – радиус частицы,

λ – длина волны, усредненная по диапазон.

Для получения плёнки диоксида титана использовали три различных способа.

В первом способе для получения плёнки диоксида титана был приготовлен золь. По каплям была нанесена суспензия на заранее подготовленное стекло, которое затем помещалось в центрифугу для получения равномерной пленки и для созревания золя. В дальнейшем стекло прокаливали при $400^\circ C$ в течение часа для того, чтобы вся органика и примеси сгорели.

Таблица 1 – Объёмное соотношение компонентов для получения TiO_2

| № опыта | ТБТ, мл | C_3H_7OH , мл | H_2O , мл | HNO_3 , мл |
|---------|---------|-----------------|-------------|--------------|
| 1 | 1 | 0,87 | 1,3 | 0,212 |
| 2 | 2 | 1,74 | 2,6 | 0,424 |
| 3 | 1 | 0,87 | 5,2 | 0,212 |

Во втором способе гель готовили в чашке петри вместе с заранее приготовленной подложкой. Через три дня подложку с плёнкой доставали, промывали дистиллированной водой и помещали в эксикатор.

В третьем способе полученный гель отмывали, прокаливали в печи при 400 С, измельчали, диспергировали, а потом обрабатывали в автоклаве. Слои наносили следующим образом: в стакан помещали алюминиевую подложку, заливали раствором и ставили в печь при 80°C, наслаивая.

Для определения фотокаталитических свойств все плёнки смачивали для определения краевого угла смачивания до облучения ультрафиолетом и после. По формуле (2) находили краевое смачивание угла до облучения ультрафиолетом и после:

$$\cos\theta = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{h}{2}\right)^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2}$$

(2)

где d – длина капли, мм;

h – высота капли, мм.

Плёнку, полученную первым способом, также для определения фотокаталитических свойств облучали, но использовали метод фотодеградации красителя, в нашем эксперименте в качестве красителя был выбран метиленовый синий. В кювету 5 мм мы помещали подложку с плёнкой в краситель метиленового синего с концентрацией 10 мг/л. Далее мы отбирали пробу 5 мл каждые 30 минут,

определяли концентрацию метиленового синего, остающегося в растворе, измеряя оптическую плотность на спектрофотометре при 664 нм и используя градуировочную зависимость для более точного определения значения концентрации в растворе в конце эксперимента.

Для получения градуировочной зависимости готовились калибровочные растворы с концентрацией 2, 4, 6, 8, 10 мг/л.

Результаты и их обсуждение

Используя метод турбидиметрии, измерили оптическую плотность на фотоэлектроколориметре в диапазоне длин волн от 315 до 590 нм. В этом диапазоне волн для образцов наблюдалась линейная зависимость. Для полученного геля размер частиц составил 33 нм, а для золя размер частиц составил 76 нм.

На рисунке 1 представлены все полученные плёнки в соответствии с их способами. Самой равномерной оказалась плёнка, которую получили в третьем способе, а самыми устойчивыми к механическим воздействиям плёнками в первом и во втором способе.

При определении фотокаталитических свойств все плёнки, используя метод смачивания до облучения ультрафиолетом и после, выявили, что до облучения ультрафиолетом плёнки не смачивались, т.е. были гидрофобными, а после, в результате облучения, изменилось электронное состояние поверхности плёнок, что может говорить об увеличении гидрофильности.

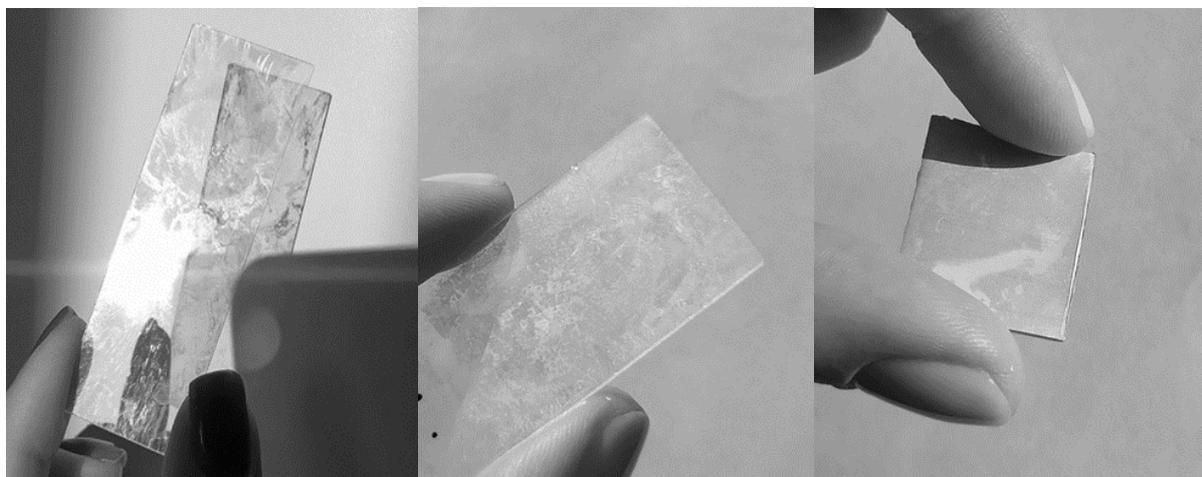


Рис. 1. Плёнки, полученные различными способами

Фотокаталитические свойства для пленки, полученной первым способом, измеряли не только методом смачивания, но и методом фотодеградации красителя. Было установлено, что концентрация метиленового синего в присутствии пленочного фотокатализатора уменьшалась со временем. Фотокаталитическая активность составила 0,006 мг/мг катализатора*мл.

Заключение

Таким образом, гидролизом алкоксидов были получены золь и гель, оценку размеров частиц был произведена методом турбидиметрии. Так размер частиц в золе составил 76 нм, а в геле частицы получились более мелкие – 33 нм.

Были рассмотрены три различных способа нанесения плёнки на подложку, включающих в себя физические и химические методы нанесения, при этом в первом и втором способе плёнки оказались самыми устойчивыми к механическим воздействиям, а в третьем способе плёнка получилась самой равномерной.

Фотокаталитическая активность покрытий подтверждена увеличением гидрофильности поверхности под воздействием ультрафиолетового облучения, а также для плёнки, полученной первым способом, подтвердили активностью в процессе фотодеградации красителя, которая составила 0,006 мг/мг катализатора*мл.

Такие пленки можно использовать для очистки сточных вод, дезинфекции помещений от бактерий, вирусов и даже от SARS-CoV-2, обработки биополимеров, солнечные и топливные элементы, химические источники тока, защитные и оптические покрытия, газовые сенсоры, электрохромные устройства, варисторы, самоочищающиеся поверхности, фотокатализаторы для деструкции

токсичных органических соединений и тому подобное.

Литература

1. Черкасова С.О., Шаповалов В.В., Дмитренко И.П. Влияние фазового состава диоксида титана на фотокаталитическую деградацию органических красителей // Научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2017. С.12
2. Xu Xue-li. Progress in the Structural Design of a Titanium Dioxide Membrane and its Photocatalytic Degradation Properties // Int. J. Electrochem. Sci, 2022. P.12
3. Nawal Madkhali, Cheera Prasad, K. Malkappa, Hyeong Yeol Choi,. Recent update on photocatalytic degradation of pollutants in waste water using TiO₂-based heterostructured materials // Results in Engineering, 2023.P.16
4. Jai Prakash, Junghyun Cho, Yogendra Kumar Mishra. Photocatalytic TiO₂ nanomaterials as potential antimicrobial and antiviral agents: Scope against blocking the SARS-COV-2 spread // MNE, 2022. P.16
5. Кабанов М.А., Иванцова Н.А., Коваль К.А., Балакина Е.С. Фотоокислительные методы в очистке органических соединений // Успехи в химии и химической технологии, 2020.С.24-28
6. Комаров А.С. Диоксид титана. фотокаталитические свойства // "Теория и практика современной науки", 2015.
7. Sachkov V.I., Andrienko O.S., Kazaryan M.A. The separation phenomena in photocatalyze oxidation of carbon monoxide // Book of abstracts of 11th Workshop on Separation phenomena in Liquids and Gases, 2010. p. 77
8. Клаусон Д., Бударная О., Степанова К. Селективность фотокатализаторов на основе диоксида титана, синтезированных золь-гель методом, в реакциях окисления органических веществ в водной среде // Кинетика и катализ, 2014. С. 50.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR OBTAINING FILM PHOTOCATALYSTS BASED ON TiO₂ SYNTHESIZED BY SOL-GEL METHOD

Ya. A. Timofeeva

In this work, methods were developed for applying both physical and chemical methods of nanoscale titanium dioxide TiO₂ synthesized by the sol-gel method to solid substrates, which were a cover glass and an aluminum plate. Methods for determining the photocatalytic properties of the obtained materials were considered, such as determining the wetting edge angle before and after irradiation with ultraviolet light, as well as measuring the photodegradation of the methylene blue dye. It is proved that all the obtained film catalysts based on titanium dioxide have photocatalytic properties. Some films turned out to be more resistant to mechanical influences, while others turned out to have a more uniform surface.

Key words: nanoscale titanium dioxide, photocatalysis, photocatalysts, films, alkoxide production method.

Статья поступила в редакцию 30.06.2024 г.

УДК 54.062

PEROVSKITE QUANTUM DOTS APPLICATION IN SENSING OF HEAVY METAL IONS

G. G. Ryzhkova, J. A. Efimova, D. L. Dudovich

This article deals with the recent achievements in application of perovskite quantum dots for sensing of heavy metal ions. Methods using these nanoparticles for analyzing mercury, copper, iron and lead ions analyzed and systematized. Main mechanisms of interaction between target ions and nanoparticles are highlighted. The possibilities of using perovskite quantum dots for fluorescent analysis of heavy metals are assessed and possible directions of research in this area are proposed.

Key words: perovskite quantum dots; heavy metals; fluorescence; chemical analysis; nanoparticle.

One of the most global problems associated with rising industrial development is heavy metal pollution. Most heavy metal ions can accumulate in living organisms, have mutagenic and carcinogenic properties. Some highly toxic heavy metal ions can cause serious harm to health even in very low concentrations. For this reason, one of the important tasks is to search for new, more accurate methods for determining these ions.

To solve this problem, it is promising to use perovskite quantum dots (PQDs). They are a new class of optoelectronic nanomaterials that have been intensively studied over the past years due to their excellent optical and electrical properties. Colloidal halide perovskites have unique properties, such as photoluminescence quantum yield (PLQY) reaching 100% and high optical absorption coefficient, narrow emission full width at half maximum (FWHM), relatively high stability and tunable bandgap [1]. Thanks to them, these materials are widely used in lasers [2], solar cells [3], photodetectors [4], LEDs [5], photocatalysis [6] and chemical sensing [7].

The composition of PQDs can be described by the formula ABX_3 , where A represents monovalent inorganic or organic cations, such as Cs^+ , formamidinium (FA^+) and methylammonium (MA^+). B is a smaller cation, including Pb^{2+} , Sn^{2+} and etc., X is Cl^- , Br^- , I^- or their mixture. The A

cations occupy every hole which is created by 8 $[BX_6]^{4-}$ 257rapheme2571, giving the A cation 12 neighboring halide ions.

The presence of even ultratrace amounts of some metal ions can lead to the appearance of new electronic transitions in quantum dots. In this case, luminescence quenching or the emission light wavelength changes may occur. Thanks to this, the change in luminescence makes it possible to determine the concentration of metal ions with high sensitivity.

This review summarizes methods for determination of heavy metal ions using perovskite quantum dots. The purpose of this review is to classify and systematize the methods for the application of PQDs in chemical analysis of heavy metal ions, and to reveal the relationship between the quantum dots characteristics and efficiency of analysis. This work considers the possibilities of using PQDs for fluorescent analysis of heavy metal ions and also further directions of research in this area.

Mercury ions (Hg^{2+}) sensing

Mercury is one of the most dangerous heavy metal pollutants, because it's harmful to human health even in very low concentrations [8]. Huang Y. et al. designed a method of mer-

© Ryzhkova G. G., Efimova Ju. A., Dudovich D. L., 2024.

Ryzhkova Galina Gennadievna (gala.ryzhkova@yandex.ru), 2nd year student;

Efimova Julia Alekseevna (ufm233@yandex.ru),

2nd year student of the Faculty of Chemistry;

Dudovich Daria Leonidovna (dudovich.dl@ssau.ru), associate professor of the Department of Foreign Languages and Professional Communication of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

cury ions determination based on the fluorescence resonance energy transfer (FRET) mechanism. [9]. FRET is a mechanism of energy transfer between two fluorescent molecules. The emission peak of the energy donor overlaps with the absorption peak of the energy acceptor and the distance between molecules is in the range of 1–100 Å are required for this effect to occur. Two-dimensional organic-inorganic perovskite $(\text{NH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{NH}_3)\text{PbBr}_4$ were synthesized by a fast precipitation method and added in a mixture of water and dimethyl sulfoxide (DMSO) in ratio $\text{DMSO}/\text{H}_2\text{O} = 1/9$. In the presence of Hg^{2+} and a rhodamine spirolactam (RBED), due to the FRET effect a pink color appears under visible light and fluorescence at 585 nm under ultraviolet light. The limit of detection (LOD) in this case was 2.4 μM .

Another mechanism of interaction between $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ PQDs and Hg^{2+} based on the surface ion-exchange mechanism was described by Lu L. Q. et al. [10]. Hg^{2+} replaces a part of Pb^{2+} on the surface of nanocrystals, and makes the concentration of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ decrease, which leads to the fluorescence quenching. In summary, the ion-exchange on the surface of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ PQDs induced the highly sensitive and selective detection of Hg^{2+} by the PQDs. This method showed high sensitivity with the detection limit of 0.124 nM and high selectivity. The disadvantage of this method is that the analysis is carried out in toluene. In practice, metal ions most often need to be detected in an aqueous solution. PQDs are unstable in water, which limits their use in metal ion sensing.

This problem was solved by modifying the surface of all-inorganic CsPbBr_3 PQDs using trifluoroacetyl lysine (Tfa-Lys) [11]. PQDs were synthesized in aqueous solution by using the method of low-temperature crystallization. After mercury ions adding one-pair electrons in N and O transfer to the empty orbitals of Hg^{2+} , resulting

in coordination bonds. The excited state electron easily loses its energy through a non-radiative transition, leading to fluorescence quenching. Limit of detection in this case was $0,374 \times 10^{-9}$ (0.046 mg/L) which is almost as effective as the previous method. These PQDs also have a selective detection effect on Hg^{2+} .

Detection of copper ions (Cu^{2+})

Copper is an essential mineral for human health and at the same time can be toxic, depending upon the amounts ingested. A pressing challenge in modern nutrition is to define both the copper dose and regimen of administration for safe human consumption; this is a difficult task because our knowledge about the limits of safe copper exposure (homeostasis), the consequences of moderate excess copper exposure and the indicators to detect early adverse effects are not well established [12].

It was noticed that during the work on the detection of copper ions, the mechanism of electronic transfer from the surface of quantum dots to Cu^{2+} ions mainly works. This is due to the special electronic configuration of Cu^{2+} ions d^9 , which is favorable for the acceptance of an electron and the transition to a relatively stable electronic configuration d^{10} . This statement can be confirmed by the conclusions of A. Ding, D. Lei Zhou, G. Pan et al. [13]. They developed a method for detecting copper ions using europium-doped lead-free $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9$ PQDs. Compared with ions of other metals, $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{Br}_9:\text{Eu}^{3+}$ PQDs are highly selectively quenched by Cu^{2+} . This is mainly due to the adsorption of Cu^{2+} ions on the surface of PQDs. Then the process of electron transfer from quantum dots to Cu^{2+} takes place, which leads to a decrease in the intensity of fluorescence in the presence of Cu^{2+} . This method showed high sensitivity with the detection limit of 10 nM.

Table 1

Summary of Hg^{2+} ion sensing

| PQDs type | LOD, M | mechanism | solvent | reference |
|---|-----------------------|----------------------|------------------|-----------|
| $(\text{NH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{NH}_3)\text{PbBr}_4$ + RBED | $2,40 \times 10^{-6}$ | FRET | DMSO/water (1:9) | [9] |
| $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ | $0,12 \times 10^{-9}$ | surface ion-exchange | toluene | [10] |
| $\text{CsPbBr}_3+\text{Tfa-Lys}$ | $0,37 \times 10^{-9}$ | electron transfer | water | [11] |

Table 2

Summary of Cu²⁺ ion sensing

| PQDs type | LOD, M | mechanism | solvent | reference |
|--|--------------------------|----------------------|---------|-----------|
| Eu ³⁺ doped lead free Cs ₃ Bi ₂ Br ₉ | 10,00 × 10 ⁻⁹ | surface ion-exchange | water | [13] |
| Mn-Doped CsPbCl ₃ | 10,00 × 10 ⁻⁹ | electron transfer | hexane | [14] |
| CsPbBr ₃ | 0,10 × 10 ⁻⁹ | cation-exchange | hexane | [15] |
| PVP/PVP-NIPAM-coated CsPbBr ₃ | 18,60 × 10 ⁻⁶ | electron transfer | water | [16] |

Similar results were obtained in a study by Jimin Wang and others [14]. The quantum dots were synthesized by hot injection method. The photoluminescence intensity of Mn-doped CsPbCl₃ quantum dots decreases significantly after contact with Cu²⁺ solution. The quenching mechanism is also electron transfer, which has been experimentally proven by analyzing the fluorescence and absorption spectrum.

Research Y. Liu [15] and M. Raj Kapoor [16] aimed to study all possible mechanisms used in the detection of cations (cation exchange, FRET and electron transfer). In the first case, CsPbBr₃ nanoparticles coated with silicon dioxide were synthesized, but the analysis is possible only in hexane. In the second case, PQDs were synthesized by hot injection. The advantage of using them is that these PQDs are coated with a polymer that allows analysis in water. Once again, the possibility of FRET and cation exchange processes has been eliminated. Both methods showed good sensitivity and great selectivity.

Fe³⁺ detection

Fe³⁺ ions are important participants in many processes occurring in the human body, such as electron transfer reactions and oxygen transport [17]. Iron imbalance in the body can lead to anemia, decreased immunity, skin diseases and other health hazards, so Fe³⁺ ions control is necessary. To solve this problem it is possible to use perovskite nanostructures. Zhu M. Y. et al. introduced a method for Fe³⁺ sensing by using 1D perovskite (C₆H₅NH₃)₂Pb₃I₈·2H₂O nanocrystals in n N, N-dimethylformamide (DMF) solution [18]. This method demonstrated short response time, high sensitivity (LOD=75.1 × 10⁻⁹

M) and high selectivity. The quenching mechanism is explained by the Fe³⁺ inhibition to the radiative electron-hole recombination via capturing electrons.

Chen R. et al. managed to improve quantum dots stability in water by encapsulating CsPbBr₃ PQDs in zeolitic imidazole frameworks (MAPbBr₃@ZIF-8C_{05%}) [19]. As a result, the fluorescence characteristics of nanocrystals did not change in an aqueous solution for a long time. In this case luminescence quenching mechanism is related to the resonance energy transfer from MAPbBr₃ to Fe³⁺. An important advantage of MAPbBr₃@ZIF-8C_{05%} composite is the possibility of selective detection of Fe³⁺ even in the presence of Fe²⁺. However, LOD = 3.9 × 10⁻⁵ M for this method highest among other methods.

Another way to increase stability of PQDs in aqueous solution was developed by Gao D. et al [20]. Researchers encapsulated nanoparticles into poly(styrene/acrylamide) nanospheres by modified swelling-shrinking strategy. Ion detection is based on formation of ground-state complexes Fe³⁺ with carboxyl groups, which causes static quenching of fluorescence. This polymer material also showed high efficiency for Fe³⁺ detecting in river water samples, human serum samples and tea water samples.

Not only cesium lead halide CsPbBr₃ PQDs may be used for Fe³⁺ detecting. Gao D. et al. synthesized the Pb-free cesium-tin halide CsSnX₃ QDs covering with bone gelatin [21]. Due to this, the stability of PQDs in water and the quantum yield increase. The presence of Fe³⁺ leads to the luminescence quenching, which occurs according to the FRET mechanism.

Table 3

Summary of Fe³⁺ ion sensing

| PQDs type | LOD, M | mechanism | solvent | reference |
|---|--------------------------|-------------------|---------|-----------|
| (C ₆ H ₅ NH ₃) ₂ Pb ₃ I ₈ ·2H ₂ O | 75,10 × 10 ⁻⁹ | electron transfer | DMF | [18] |
| CsPbBr ₃ @poly(styrene/acrylamide) | 2,20 × 10 ⁻⁶ | static quenching | water | [19] |
| CsSnX ₃ @bone gelatin | 8,00 × 10 ⁻⁶ | FRET | water | [20] |
| MAPbBr ₃ @ZIF-8Co5% | 3,90 × 10 ⁻⁵ | FRET | water | [21] |

Table 4

Summary of Pb²⁺ ion sensing

| PQDs type | LOD, M | mechanism | solvent | reference |
|------------------------------------|-------------------------|--|---------|-----------|
| CH ₃ NH ₃ Br | 1,60 × 10 ⁻³ | formation of luminescent nanoparticles | DMF | [23] |
| CsSnX ₃ | 3,50 × 10 ⁻⁹ | cation-exchange | ODE | [24] |

Pb²⁺ detection

The toxicity of lead is of serious concern due to its source in the environment in developing countries. Such poisoning occurs as a result of various human-related activities such as house painting, smoking-related activities, leaded gasoline, contaminated food and drinking water, and especially in industry where production processes are carried out. It is also found in breast milk. Excessive exposure to lead on the human body leads to impaired body functions: it can destroy the nervous and the digestive system, such as memory degradation, dizziness, and gastrointestinal ulcer even at very low dose level [22].

Y. Juan, H. Yuchun and others took up the solution to this problem. In their study [23], they were based on the rapid chemical reaction of MABr with lead ions to form CH₃NH₃PbBr₃. The MABr solution detects the Pb²⁺ due to the luminescence enhancing effect which is different from the quenching mechanisms of lead halide perovskite fluorescent probes. All of the solutions were transparent under ambient light. Solution without PbBr₂ only reflects the purple color of the UV light under the UV lamp illumination, indicating that the MABr solution is nonfluorescent under the UV lamp illumination. Introduction of a small amount of PbBr₂ to the MABr solution leads to the formation of the MABr@MAPbBr₃ solution, and it emits pale-yellow color under UV light illumination. As the

Pb²⁺ concentration of the MABr@MAPbBr₃ solutions increased from 1.6×10⁻³ to 2×10⁻¹ M, the emission colors of these solutions changed quickly from pale yellow to bright green.

Another research belongs to L. Dongyu, X. Wan and their colleagues [24]. Firstly, the all-inorganic perovskite CsSnX₃ (X = Cl, Cl/Br, or Br) QDs were synthesized through a hot injection method with Cs₂CO₃ and SnX₂ (X = Cl, Cl/Br, or I). The detection of lead is based on the mechanism of cation exchange: all the samples show higher emission intensity with increasing the Pb²⁺ ion concentration, suggesting the Pb²⁺ ions enter into the lattice of CsSnX₃. In addition, the PL of CsSnX₃ QDs is highly selectively enhanced by Pb²⁺ ions other than metal ions. The PL intensity of QDs reaches maximum in 6 min after adding lead ions and remains stable in more than 10 days. The long response time further implies that the Pb²⁺ ions do not adsorb to the surface of the CsSnBr₃ QDs but enter the lattice. These methods are based on obtaining lead bromide PQDs. Disadvantage of these methods is the impossibility of application in aqueous solution, which is extremely important for the determination of metal ions.

Conclusions

We have summarized the methods proposed for sensing heavy metal ions, such as Hg²⁺, Cu²⁺, Fe³⁺ and Pb²⁺, using perovskite quantum dots. The use of these nanoparticles has great potential for application in analysis, since these

methods show high efficiency and selectivity. However, the instability of nanocrystals in aqueous solution limits their use in metal ion detection. Encapsulation of PQDs in different polymers or zeolites improves their stability, but detection efficiency is significantly lower, than using nanocrystals in organic solvents. A more promising method for increasing stability is use of a short-chain ligand with polar groups at the ends. Unlike other methods, in this case efficiency decreases slightly. However, ions can react differently with ligands, so the type of ligand must be selected individually for each ion. Therefore, the main direction of research is to find ways to increase stability without loss of efficiency.

This method can also find application in the detection of other heavy metal ions. This is possible if interaction between quantum dots, ligands and metal ions leads to change in the luminescence. The main mechanisms of interaction include ion exchange, electron transfer, static quenching and FRET. Therefore, another possible direction of research may be the search for combinations of quantum dots and ligands that interact through one of these mechanisms with metal ions such as cadmium, chromium, cobalt and others.

References

1. Kovalenko M. V., Protesescu L., Bodnarchuk M. I. Properties and potential optoelectronic applications of lead halide perovskite nanocrystals // *Science*. – 2017. – T. 358. – №. 6364. – C. 745-750.
2. Tian J. et al. Perovskite quantum dot one-dimensional topological laser // *Nature communications*. – 2023. – T. 14. – №. 1. – C. 1433.
3. Hu L. et al. Flexible and efficient perovskite quantum dot solar cells via hybrid interfacial architecture // *Nature Communications*. – 2021. – T. 12. – №. 1. – C. 466.
4. Saleem M. I. et al. Surface Engineering of All-Inorganic Perovskite Quantum Dots with Quasi Core–Shell Technique for High-Performance Photodetectors // *Advanced Materials Interfaces*. – 2020. – T. 7. – №. 11. – C. 2000360.
5. Wang H. C. et al. Perovskite quantum dots and their application in light-emitting diodes // *Small*. – 2018. – T. 14. – №. 1. – C. 1702433.
6. Xu Y. F. et al. A CsPbBr₃ perovskite quantum dot/2D graphene oxide composite for photocatalytic CO₂ reduction // *Journal of the American Chemical Society*. – 2017. – T. 139. – №. 16. – C. 5660-5663.
7. Huang H. et al. Dynamic passivation in perovskite quantum dots for specific ammonia detection at room temperature // *Small*. – 2020. – T. 16. – №. 6. – C. 1904462.
8. Budnik L. T., Casteleyn L. Mercury pollution in modern times and its socio-medical consequences // *Science of the Total Environment*. – 2019. – T. 654. – C. 720-734.
9. Huang Y. et al. The FRET performance and aggregation-induced emission of two-dimensional organic-inorganic perovskite, and its application to the determination of Hg (II) // *Microchimica Acta*. – 2017. – T. 184. – C. 3513-3519.
10. Lu L. Q. et al. Visual and sensitive fluorescent sensing for ultratrace mercury ions by perovskite quantum dots // *Analytica Chimica Acta*. – 2017. – T. 986. – C. 109-114.
11. Huang J. et al. Synthesis of a water-stable CsPbBr₃ perovskite for selective detection of mercury ion in water // *Luminescence*. – 2024. – T. 39. – №. 1. – C. E4615.
12. Araya M., Olivares M., Pizarro F. Copper in human health // *International Journal of Environment and Health*. – 2008. – T. 1. – No. 4. – C. 608-620.
13. Ding N. et al. Europium-doped lead-free Cs₃Bi₂Br₉ perovskite quantum dots and ultrasensitive Cu²⁺ detection // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. – 2019. – T. 7. – №. 9. – C. 8397-8404.
14. Wang Z. et al. The Mn-Doped CsPbCl₃ Perovskite Nanocrystals as a Photoluminescent Probe for Copper Ions Detection // *Nano*. – 2023. – T. 18. – №. 04. – C. 2350026.
15. Liu Y. et al. All-inorganic CsPbBr₃ perovskite quantum dots as a photoluminescent probe for ultrasensitive Cu²⁺ detection // *Journal of Materials Chemistry C*. – 2018. – T. 6. – №. 17. – C. 4793-4799.
16. Kar M. R., Patel U., Bhaumik S. Highly stable and water dispersible polymer-coated CsPbBr₃ nanocrystals for Cu-ion detection in water // *Materials Advances*. – 2022. – T. 3. – №. 23. – C. 8629-8638.
17. Barba-Bon A. et al. A new selective fluorogenic probe for trivalent cations

//Chemical Communications. – 2012. – Т. 48. – №. 24. – С. 3000-3002.

18. Zhu M. Y. et al. A fluorescence quenching sensor for Fe³⁺ detection using (C₆H₅NH₃)₂Pb₃I₈·2H₂O hybrid perovskite //Inorganic Chemistry Communications. – 2019. – Т. 109. – С. 107562.

19. Chen M. et al. Swelling-shrinking modified hyperstatic hydrophilic perovskite polymer fluorescent beads for Fe (III) detection //Sensors and Actuators B: Chemical. – 2020. – Т. 325. – С. 128809.

20. Gao D. et al. Encapsulation of Pb-Free CsSnCl₃ Perovskite Nanocrystals with Bone Gelatin: Enhanced Stability and Application in Fe³⁺ Sensing //Inorganic Chemistry. – 2022. – Т. 61. – №. 17. – С. 6547-6554.

21. Chen R. et al. Ultrastable MAPbBr₃@ ZIF-8Co5% as a novel fluorescence probe for highly selectively sensing Fe³⁺ in water //Journal of Luminescence. – 2021. – Т. 235. – С. 118056.

22. Debnath B., Singh W. S., Manna K. Sources and toxicological effects of lead on human health //Indian Journal of Medical Specialities. – 2019. – Т. 10. – №. 2. – С. 66-71.

23. Yan J. et al. CH₃NH₃Br solution as a novel platform for the selective fluorescence detection of Pb²⁺ ions //Scientific reports. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 15840.

Li D. et al. Cesium tin halide perovskite quantum dots as an organic photoluminescence probe for lead ion //Journal of Luminescence. – 2019. – Т. 216. – С. 116711.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРОВСКИТНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Г. Г. Рыжкова, Ю. А. Ефимова, Д. Л. Дудович

Данная статья посвящена последним достижениям в применении перовскитных квантовых точек для детектирования ионов тяжелых металлов. Проанализированы и систематизированы методы использования этих наночастиц для анализа ионов ртути, меди, железа и свинца. Выделены основные механизмы взаимодействия определяемых ионов и наночастиц. Оценены возможности использования перовскитных квантовых точек для флуоресцентного анализа тяжелых металлов и предложены возможные направления исследований в данной области.

Ключевые слова: перовскитные квантовые точки; тяжёлые металлы; флуоресценция; химический анализ; наночастицы.

Статья поступила в редакцию 30.06.2024 г.

© Рыжкова Г. Г., Ефимова Ю. А., Дудович Д. Л., 2024.

Рыжкова Галина Геннадьевна (gala.ryzhskova@yandex.ru), студент II курса;

Ефимова Юлия Алексеевна (ufm233@yandex.ru), студент II курса химического факультета;

Дудович Дарья Леонидовна (dudovich.dl@ssau.ru),

доцент кафедры иностранных языков и профессиональной коммуникации Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 339.9

INTERNATIONAL COOPERATION OF GORKY AUTOMOBILE PLANT IN THE 21ST CENTURY

I. P. Popov, O. N. Isaeva

In this article there is an analysis of international cooperation of Gorky automotive plant in the 21st century, which is very interesting concerning the variety of foreign partners, products and other international and economic aspects. Despite the fact that foreign cooperation was a really good perspective for the development of passenger cars production on GAZ, it did not save this sphere from crisis. In the text there are the most brilliant cases of international cooperation for Gorky plant in the 2000s and the assessment of their results.

Ключевые слова: automotive sphere, negotiations, cars, foreign partners, GAZ.

Gorky automotive plant or GAZ is the second well-known Russian car manufacturer which specializes mostly on producing commercial vans. It makes about 100 thousand cars per year and sell them not only in Russia and CIS (Commonwealth of Independent States), but also export them in Eastern Europe, Southeast Asia, South America, Middle East and Africa [1].

Its history lasts from 1920s and began from international cooperation between Soviet and American parties. The situation in automotive sphere during the 1910s – 1920s in USSR was really bad because of government paying attention on other economic spheres. When transport became a real instrument for countries to speed up their development and to make living standard higher, Soviet rulers realized the necessity of building strong automotive sphere in the country. It was nearly impossible to make a new automotive plant by using only inner sources, that's why it was a reasonable decision to find a foreign partner. As United States was the leader in automotive sphere at that time, it became the main candidate [2].

After some time of negotiations, in 1929 USSR signed a contract with famous American Ford Motor Company about help in building a factory and organizing production there. Soviet party took two models as a basis – Ford-A and

Ford-AA. The factory was planned by famous American architect Albert Khan. After nearly 5 years after the first car appeared from the gates of GAZ, independent models on soviet construction started to be produced [3]. From 1932 to 1938 Gorky plant became the leading factory in the country, mastered and produced 17 models and modifications of cars, producing 68.3% of all cars produced in the country [1].

80 years passed, plenty of models were developed and produced in Gorky. After fall of the USSR in 1990s, GAZ continued working, but had really big financial and organizational problems as all factories in Russia at that time. New independent projects were considered unprofitable; engineers lost their jobs, because their ideas were not supported. The plant was alive only because of Gazelle vans which production started in 1995. Gazelle semi-truck was recognized as one of the most successful projects in the domestic automotive industry and the entire Russian economy of the 20th century. However, due to economic crisis and morally old technologies used on the factory, the quality of assembling was really bad.

Things changed in 2000, the new century began really successfully for Gorky automotive plant. On December the 14th a famous Russian businessman Oleg Deripaska bought the controlling stake

© Popov I. P., Isaeva O. N., 2024.

Popov Ilya Pavlovich (popovip@bk.ru),

4th year student of the Faculty of History of Samara University,

Olga Nikolaevna Isaeva (onis.77@mail.ru), associate professor of the Department of Foreign Languages and Professional Communication of Samara University,

443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

of GAZ and started changes. At the time of the acquisition of the Gorky Automobile Plant in 2000, the company was on the verge of bankruptcy — there were thousands of incomplete cars in warehouses, 90% of settlements were barter and bill schemes, there were no funds not only for investments, but also for timely payment of wages, there were regular downtime in production due to violations of the supply schedule of components. There were several reasons for this: the country's economic system was going through a difficult period, and by the end of the 90s the automotive industry had significantly lagged behind the leaders of the global automotive industry. However, that time was really fruitful for Russian companies in foreign cooperation, because they actively made investments and signed mutual agreements. First of all, Oleg Deripaska reorganized working process by inviting some Japan specialists, who trained GAZ workers. Because of that GAZ cars gained better quality and the whole production was optimized [4].

When GAZ Group was established in 2005, a new stage of development began for the Gorky Automobile Plant: investments in human resources and technology made it possible to turn disparate enterprises of the USSR era into a modern engineering and industrial holding company providing the Russian transport system with trucks and buses. Such transformation required significant costs — it is known that Oleg Deripaska invested more than 100 billion rubles in the modernization of enterprises [4].

Another big problem was left – GAZ made morally old cars, consumers were bored of them and wanted something new and modern. Owners of Gorky plant remembered about successful cooperation with Ford Motor Company, because of which GAZ had a good image in the West. It was really difficult to repeat this because of Ford's modern scales, so it was decided to find another American partner. Chrysler Motor Company accepted the request from GAZ and in 2003 negotiations began. This process was pushed forward because of incident with ZMZ (Zavoljski Motor Company) engines in 2005, when this manufacturer significantly raised prices for their production [5]. GAZ and Chrysler signed a treaty according to which Gorky plant bought 150 thousand engines and made a producing line for a re-branded Chrysler Sebring which was named Volga Siber. This car was actually modern and in

general useful for Russian conditions.

This cooperation ended up sadly because of economic realities. At first GAZ engineers made a restyling for an old Volga 31105 by using Chrysler engine and other foreign options. Unfortunately, the financial crisis began in 2008, making the price of this car really high for customers. It was replaced by Volga Siber, which faced exactly the same problem. Moreover, there were no conditions for repairing American cars in Russia, parts were rare and expensive. That's why the demand for Volga Siber significantly fell after some time from its appearance on Russian market. The story of GAZ sedans finished in 2010, and since that the plant specializes only on commercial transport [6].

In 2008 Chrysler negotiated with GAZ Group to organize Dodge Caliber assembly at the Gorky Automobile Plant. Production was planned to be placed at the facilities where Volga cars were being produced. Chrysler stated that they hope to improve their position on Russian market through local assembly. According to experts, the start of production of the Dodge Caliber on GAZ could cause an expansion of cooperation with Chrysler, from which GAZ Group acquired the production assets of the Sterling Heights Automotive Plant in 2006, as well as a license to manufacture cars on the Chrysler platform. However, the Russian company emphasized that the Dodge Caliber production project was "tactical" and did not mean that the group had decided on a strategic partner. And so happened some time after – this project was denied due to inner problems of the Gorky plant [6].

There are some other precedents of GAZ foreign cooperation in the 2000s. In 2005 Mahindra Company from India started negotiations with Gorky plant, which resulted in producing a small amount of SUVs (Super Utility Vehicle) called Marshall. The main problem was also about the price (20 thousand dollars) and logistics for importing spare parts. After making 100 cars, this project was considered unprofitable [7]. The same thing happened with English company LDV (Leyland-DAF Vans), which controlling stake was bought by GAZ. This company made vans called Maxus. In addition to financial and service problems, Maxus turned out to be a competitor for Gazelle – the most sold model of Gorky plant. That's why stakes of LDV were sold to Chinese partners, and Maxus is produced even nowadays

under Chinese brand SAIC (Shanghai Automotive Industry Corporation) [8].

To sum up, we should admit that international cooperation for GAZ in the beginning of the 21st century was not really successful due to various reasons. The positive thing is that during joint projects Gorky plant made connections with world's biggest car parts manufacturers. This cooperation made it far easier for GAZ to make its brand new model – Gazelle Next, which is actual even today. Due to Western sanctions in 2020s GAZ also faced some big problems, but they were not as drastic as for AvtoVAZ, which construction bureaus were completely destroyed by foreign partners. Oleg Deripaska didn't destroy the independence of the plant, but improved its effectiveness, add new models and technologies, which help GAZ remain a successful manufacturer and build plans for the future.

References

1. История и современность Горьковского Автомобильного Завода (электронный ресурс). URL: <https://museum.gaz.ru/history/> (дата обращения: 20.03.2024)
2. Шпотов Б.М. Компания Форда в Советском Союзе в 1920-1930-е гг. // Экономическая история. Ежегодник. 2007. М.: Российская политическая энциклопедия, 2007. С. 267-286.
3. Справка Амторга о работе по привлечению технического содействия из США развитию промышленности СССР от 23 апреля 1929. // Россия и США: экономические отношения 1917-1933. Сборник документов. М. "Наука" 1997. Стр. 297-300.
4. Путь развития: как группа ГАЗ шагнула из прошлого в будущее // Газета.ру. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2021/08/04/13832714.shtml?updated> (дата обращения – 20.03.2024)
5. Chrysler хочет стать ГАЗом // «За рулём». URL: https://www.zr.ru/content/articles/12564-chrysler_khochet_stat_gazom/ (дата обращения: 20.03.2024)
6. Последняя "Волга". Почему провалился проект Volga Siber // RG.ru. URL: <https://rg.ru/2022/06/22/posledniaia-volga-pochemu-provalilsia-proekt-volga-siber.html> (дата обращения: 20.03.2024)
7. LDV Maxus. Явление наследника? // «За рулём». URL: https://www.zr.ru/content/articles/13654-ldv_maxus_javlenije_naslednika/ (дата обращения: 20.03.2024)
8. Индийский Marshal нижегородской сборки. Индийское кино // «За рулём». URL: https://www.zr.ru/content/articles/12033indijskij_marshall_nizhegorodskoj_sborki_i_ndijskoje_kino/ (дата обращения: 20.03.2024)

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ГОРЬКОВСКОГО АВТОЗАВОДА В XXI ВЕКЕ

И. П. Попов, О. Н. Исаева

В этой статье представлен анализ международного сотрудничества Горьковского автомобильного завода в XXI веке, который очень интересен по поводу разнообразия зарубежных партнеров, продукции и других международных и экономических аспектов. Несмотря на то, что иностранное сотрудничество было действительно хорошей перспективой для развития производства легковых автомобилей на ГАЗ, оно не спасло эту сферу от кризиса. В тексте представлены наиболее яркие примеры международного сотрудничества для Горьковского завода 2000-х годов и оценка их результатов.

Key words: автомобильная сфера, переговоры, автомобили, зарубежные партнеры, ГАЗ.

Статья поступила в редакцию 27.05.2024 г.

© Попов И. П., Исаева О. Н., 2024

Попов Илья Павлович (popovip@bk.ru),

студент IV курса исторического факультета Самарского университета,

Исаева Ольга Николаевна (onis.77@mail.ru), доцент кафедры

иностранных языков и профессиональной коммуникации Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

ЮРИСПРУДЕНЦИЯ

УДК 343.133

ЗАЩИТА ПРАВ И ИНТЕРЕСОВ ПОТЕРПЕВШИХ В АСПЕКТЕ ОТКАЗА ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБВИНИТЕЛЯ ОТ ОБВИНЕНИЯ

А. А. Барсукова

В данной статье рассматривается институт отказа государственного обвинителя от обвинения. Проанализированы проблемы отказа от обвинения, а именно отсутствие критерий оснований отказа от государственного обвинения, отсутствие письменной мотивированной государственного обвинителя в случае отказа от обвинения. Автор предлагает идеи по модернизации уголовного процессуального закона.

Ключевые слова: государственный обвинитель, участие в суде, отказ от государственного обвинения, потерпевший, защита прав.

В демократическом правовом государстве «человек, его права и свободы являются высшей ценностью. Признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина – обязанность государства» (ст. 2 Конституции Российской Федерации). Права и свободы человека и гражданина определяют смысл, содержание и применение законов, а также регламентируют деятельность законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления и обеспечиваются правосудием. Вместе с тем «осуществление прав и свобод каждого отдельного человека не должно нарушать прав и свобод других лиц, членов общества» (ст. 17, 18 Конституции РФ). Из этих конституционных предписаний возникает смысл и содержание как правозащитной функции государства, в лице правоохранительных органов.

В соответствии с ч. 7 ст. 246 УПК РФ, если в ходе судебного разбирательства государственный обвинитель придет к убеждению, что представленные доказательства не подтверждают предъявленное обвинение, то он отказывается от обвинения и излагает суду мотивы отказа.

Впервые данная возможность прокурором была закреплена в Уставе уголовного

судопроизводства в 1864 г. Как отмечал А.Ф. Кони «обязанность прокурора, находящего оправдания подсудимого уважительными, не поддерживать обвинительный акт, опровергнутый судебным следствием, заявив о том суду по совести, являет собою одно из лучших выражений того духа живого беспристрастия, который желали упрочить в судебном деятельности составители Судебных уставов» [1, с.3].

Отказ государственного обвинителя от обвинения означает его несогласие с выдвинутым по уголовному делу обвинением, его отрицательную оценку результатов осуществлявшегося в отношении обвиняемого уголовного преследования.

Согласно правовой позиции Конституционного Суда Российской Федерации полный или частичный отказ государственного обвинителя от обвинения, как влекущий прекращение уголовного дела, должен быть мотивирован со ссылкой на предусмотренные законом основания. При этом вынесение судом решения, обусловленного соответствующей позицией государственного обвинителя, допустимо лишь по завершении исследования значимых для этого материалов дела и заслушивания мнений участников судебного

заседания со стороны обвинения и защиты[2].

Законодатель в ч. 7 ст. 246 УПК РФ закрепил 2 вида отказа: полный и частичный отказы. Основанием для выделения данной классификации является объем обвинения. Как рассматривал В.С. Зеленецкий «полный отказ об обвинения в качестве деструктивного отрицания обвинения, то есть направленного на устранение, ликвидацию обвинения, а частичный отказ – в качестве конструктивного, создающего новую конструкцию обвинительного тезиса»[3, с. 62]. Данное мнение является верным, так как полный отказ об обвинения полностью ликвидирует не только объем, но и полностью устраняет его формулировку и юридическую квалификацию. Частичный отказ влечет исключение из формулировки обвинительного заключения (акта) определённой части обвинения, но не исключает его полностью, а изменяет лишь его в объеме.

Пленум Верховного Суда Российской Федерации в свою очередь уточняет, что в соответствии с ч. 7 ст. 246 УПК РФ полный или частичный отказ государственного обвинителя от обвинения в ходе судебного разбирательства предопределяют принятие судом решения в соответствии с позицией государственного обвинителя, поскольку уголовно-процессуальный закон исходит из того, что уголовное судопроизводство осуществляется на основе принципа состязательности и равноправия сторон, а формулирование обвинения и его поддержание перед судом обеспечиваются обвинителем. Вместе с тем государственный обвинитель в соответствии с требованиями закона должен изложить суду мотивы полного или частичного отказа от обвинения со ссылкой на предусмотренные законом основания. Суду надлежит рассмотреть указанные предложения в судебном заседании с участием сторон обвинения и защиты на основании исследования материалов дела, касающихся позиции государственного обвинителя, и итоги обсуждения отразить в протоколе судебного заседания[4].

С учетом требований уголовно-процессуального закона, правовых позиций Конституционного Суда, Верховного Суда Российской Федерации и существующей судебной практики Генеральный прокурор Российской Федерации приказывает исходить из того, что государственный обвинитель, руководствуясь

законом и совестью, может отказаться от обвинения только после всестороннего исследования доказательств.

Если в ходе судебного разбирательства государственный обвинитель придет к убеждению, что представленные доказательства не подтверждают предъявленные подсудимому обвинения, то он должен отказаться от поддержания государственного обвинения.

Отказ государственного обвинителя от обвинения должен быть мотивирован и представлен суду в письменной форме[5].

При этом, полный отказ государственного обвинителя от обвинения на практике является редким явлением. И он связан, как правило, с недоказанностью одного лица в совершении одного преступления. В таких случаях в судебном заседании устанавливается непричастность подсудимого в деянии.

Прокурор также может изменить обвинение в сторону смягчения путем:

- исключения из юридической квалификации деяния признаков преступления, отягчающих наказание

- исключения из обвинения ссылки на какую-либо ному УК РФ

- переквалификация деяния, предусматривающая более мягкое наказание.

Государственный обвинитель вправе в любой момент до удаления суда в совещательную комнату для постановления приговора отказаться от обвинения или изменить обвинение в сторону смягчения.

Одной из проблем является выделение критерия принятия решения государственным обвинителем об отказе от обвинения. Обратимся к зарубежному опыту. Так, в ч. 7 ст. 293 УПК Республики Беларусь закреплено, что «государственный обвинитель может отказаться от обвинения (полностью или частично), если придет к выводу, что оно не нашло подтверждения в судебном разбирательстве». В УПК Республики Казахстан (ч.6 ст. 317 УПК РФ) закреплена аналогичная формулировка лишь с разницей, что для Казахстана отказ от обвинения является обязанностью, а не правом. В Республике Азербайджан (ч.2 ст. 314) это действие является правом, а не обязанностью.

В РФ в качестве основания отказа от обвинения является убеждение государственного обвинителя в том, что представленные

доказательства не подтверждают предъявленное подсудимому обвинение (ч. 7 ст. 246 УПК РФ).

А.М. Баскалова в качестве оснований выделяют следующие: «обвинение не нашло своего подтверждения, обвинение не доказано в полной мере» [6].

В.Ф. Крюков считает, что основаниями может служить «ошибочная оценка материалов уголовного дела, полученных на стадии предварительного расследования, и получении новых доказательств, добытых в судебном следствии» [7].

А.Г. Коваленко уверена, что «основанием для отказа об обвинения может служить недостаточность доказательств для вывода о наличии события преступления, о том, что данное преступление совершено именно подсудимым, неправильная квалификация совершенного преступления, наличие обстоятельств, исключающих производство по делу и продолжение уголовного преследования подсудимого» [8, с. 52].

Необходимо отметить, что изменение прокурором позиции может быть вызвано завышенной квалификацией следователем в большем объеме, чем это возможно при имеющихся у следствия доказательствах, а прокурор утверждающий обвинительный акт имеет аналогичную позицию.

Обратимся к П. П. Рукавишникову, который классифицировал причины отказа государственного обвинителя от обвинения.

1) Ошибки, допущенные в ходе предварительного расследования:

-решения следователя, дознавателя, которые повлекут признание доказательства недопустимым

-изначально недостаточный объем доказательств, собранных следователем, дознавателем при подтверждении обвинения

-ошибка в оценке фактических обстоятельств следователем, дознавателем или прокурором, результатом чего является неправильная квалификация обвинения.

2) Ошибочная оценка государственным обвинителем материалов уголовного дела, что может являться следствием неопытности, поспешности.

3) Появление в ходе судебного следствия новых доказательств, изменяющих при этом обстоятельства уголовного дела.

Рассмотрим судебную практику. Так, постановлением Куйбышевского районного суда Новосибирской области от 8 апреля 2013 года уголовное преследование Трусовой С.М., обвиняемой в совершении преступлений, предусмотренных ч. 3 ст. 160 УК РФ, ч. 2 ст. 160 УК РФ (6 эпизодов), ч. 1 ст. 160 УК РФ (8 эпизодов), прекращено в части обвинения по одному из вменяемых ей эпизодов (ч. 3 ст. 160 УК РФ) в связи с отказом государственного обвинителя от предъявленного обвинения на основании п. 2 ч. 1 ст. 24 УПК РФ (отсутствие события преступления). Потерпевшая подала апелляционную жалобу, в которой она просит постановление суда отменить. В обоснование доводов жалобы потерпевшая указывала, что значимые материалы дела не исследовались, мнение сторон судом не заслушивалось. После судебная коллегия по уголовным делам Новосибирского областного суда отменила решение районного суда, по основанию, что государственный обвинитель не изложил суду мотивы отказа. Суду надлежит рассмотреть указанные предложения в судебном заседании с участием сторон обвинения и защиты на основании исследования материалов дела, касающихся позиции государственного обвинителя, и итоги обсуждения отразить в протоколе судебного заседания. Однако по данному уголовному делу указанные требования закона не выполнены в полной мере. Суд не учел, что государственный обвинитель не указал конкретные основания, предусмотренные законом, позволяющие прекратить уголовное преследование[9].

В данном примере, несмотря на то что государственный обвинитель отказался от обвинения, потерпевшие смогли обжаловать это решение суда и направить материалы на новое судебное разбирательство. Можно сказать, что стороне потерпевшей повезло. А что если суд апелляционной инстанции не удовлетворил бы апелляционную жалобу? Можно ли было считать, что тогда были бы нарушены права потерпевшего? Согласно ч. 10 ст. 246 УПК РФ «прекращение уголовного дела ввиду отказа государственного обвинителя от обвинения, равно как и изменение им обвинения, не препятствует последующему предъявлению и рассмотрению гражданского иска в порядке гражданского судопроизводства». С одной стороны, потерпевшая сторона

будет не удовлетворена решением суда, ведь, как правило, она хочет наказать лицо в совершении преступления, с другой стороны, государственный обвинитель - это юрист, который исходя из своего опыта, знаний знает и понимает, в каком деянии есть состав преступления. И если он его не находит в суде, то тем самым защищает права подсудимого. И на основании этого, у потерпевшей стороны есть возможность обратиться в гражданское судопроизводство, что тоже защищает его права.

Мы должны помнить, что потерпевший, как и государственный обвинитель в лице прокурора, представляет сторону обвинения. Отказ государственного обвинителя от обвинения является отказом государства от уголовного преследования невиновного, что полностью отвечает назначению уголовного судопроизводства (ч. 2 ст. 6 УПК РФ). Мотивировка позиции прокурора дает ответ на вопрос, почему государственный обвинитель кардинально изменил свою позицию по предмету разбирательства. Немотивированный отказ от обвинения оставлял бы потерпевшего в полном неведении о причинах отказа, что было бы несправедливым в отношении лица, которое и так пострадало от преступления.

Именно мотивированный отказ защищает потерпевшую сторону.

Также, изложение оснований и мотивов решения об отказе от обвинения или об изменении обвинения является гарантией против злоупотреблений со стороны должностных лиц прокуратуры, а также против принятия неправильных по существу решений. Поддерживаемое государственным обвинителем в суде обвинение основано на результатах досудебного производства, с ним согласился прокурор, утвердивший обвинительное заключение (акт, постановление).

Изложенное приводит к выводу о целесообразности письменной фиксации отказа государственного обвинителя от обвинения или от изменения обвинения и оформления указанных решений в виде отдельного документа (представления). Такой порядок следовало бы, как представляется, закрепить в ч. 7 ст. 246 УПК РФ.

В случае отказа государственного обвинителя от обвинения мнение судьи не учитывается, то есть происходит автоматическое

прекращение уголовного дела. В связи с этим, данное положение нарушает принцип независимости судей, так как решение по делу, по сути, принимает одна стороной судебного разбирательства, что ограничивает суд в своей компетенции по осуществлению правосудия.

Кроме этого, бремя доказывания обвинения и опровержения доводов, приводимых в защиту подозреваемого или обвиняемого, лежит на стороне обвинения. К стороне обвинения относится не только государственный обвинитель, но и потерпевший, но его мнение ни в коей мере не учитывается. Поэтому отказ должен рассматриваться скорее как ходатайство о прекращении уголовного дела и суд должен принять самостоятельное решение, выслушав всех участников процесса.

Противники же этой позиции уверены в том, что в таком случае будет нарушен принцип состязательности уголовного процесса, так как продолжение судебного разбирательства после отказа от обвинения государственным обвинителем будет означать, инициацию обвинительной деятельности самим судом.

Поэтому в науке предлагается добавить в ст. 246 УПК РФ положение, устанавливающее в случае отказа от обвинения обязательную процедуру согласования позиции прокурора и потерпевшего [10, с. 28]. Данная процедура была бы логическим продолжением деятельности государственного обвинителя. Ведь, российский уголовный процесс строится на принципе состязательности и в связи с этим необходимо учитывать мнения сторон. В данной норме бы происходило обсуждение предложений разных участников процесса, что положительно влияет на статус России на международной арене, как демократического государства.

Если потерпевший или его представитель изъявят желание продолжить поддержание обвинения, суд должен в судебных прениях выслушать потерпевшего, его представителя и других участников дела.

Однако, согласие потерпевшего на продолжение обвинения вызывает другую проблему: некоторые авторы считают, что потерпевший не сможет должным образом это сделать в виду отсутствия юридического образования. Данный тезис является логичным. Однако в данном случае имеется выход из такой ситуации, а именно в закреплении на законодательном уровне права потерпевшего

воспользоваться услугами представителя-адвоката, а при отсутствии у потерпевшего средств на это, бесплатными услугами, по аналогии с назначением защитника для подозреваемого, обвиняемого, подсудимого. Такие нововведения будут способствовать равенству прав стороны обвинения и стороны защиты и позволят усилить позиции потерпевшего, дав ему дополнительные возможности для защиты своих интересов.

В качестве модернизации уголовно-процессуального закона предлагается внести 3 изменения:

1. Переименовать ст. 11 УПК РФ с «охраны прав и свобод человека и гражданина в уголовном судопроизводстве» на «защиту прав человека и гражданина в уголовном судопроизводстве».

2. Дополнить ч. 10 ст. 246 УПК РФ нормой, касающейся мотивированного отказа прокурора от обвинения в письменном виде.

3. Дополнить УПК РФ введя норму, что в случае отказа государственного обвинителя от обвинения, в том числе учитывается мнение потерпевшей стороны.

Необходимо отменить, что в приказе Генерального прокурора от 30.06.2021 № 376 "Об участии прокуроров в судебных стадиях уголовного судопроизводства" в п. 3.10 закреплено, что «мотивированный отказ от обвинения, изменение обвинения в сторону смягчения представлять суду в письменной форме». А в нормах УПК РФ данное правило не закреплено, соответственно, возникает вопрос, почему в УПК РФ, имеющим центральное место при осуществлении уголовного обвинения, не закреплена данная обязанность прокурора, а в ведомственном акте такое правило закреплено.

Таким образом, сущность отказа государственного обвинителя от обвинения заключается в полном или частичном прекращении реализации функции обвинения. При этом защита прав и интересов потерпевшей стороны охраняется судом, когда суд анализирует причины отказа от государственного обвинения. Однако, мы придерживаемся мнения, что при отказе государственного обвинителя от обвинения учитывать мнение потерпевшей стороны, не нарушая принципы состязательности сторон, независимости судей. Суд должен самостоятельно принять решение, анализируя

доводы и со стороны обвинения, и защиты.

Но при этом, на данный момент при отказе государственного обвинителя в поддержании обвинения, это действие не лишает потерпевшую сторону пойти в гражданское судопроизводство. Государственный обвинитель – это профессионал своего дела, вся его деятельность направлена на обеспечение законности и ошибиться в виновности лица очень маловероятно (вспомним, что прокурор является надзирающим органом за предварительным расследованием и изучает материалы уголовного дела перед тем как направить дело в суд). При этом, даже если появятся новые обстоятельства в суде, которые не были известны сторонам и они будут указывать на невиновности подсудимого – государственный обвинитель должен отказаться от части обвинения или вовсе. Тем самым, реализуя назначение уголовного судопроизводства (защита и подсудимого от необоснованного обвинения, и защита потерпевшей стороны от преступления).

Литература

1. Рукавишников П. П. Отказ государственного обвинителя об обвинения в российском уголовном судопроизводстве. М. 2010. 23 с.

2. Постановления Конституционного Суда РФ от 8 декабря 2003 г. № 18-П «По делу о проверке конституционности положений статей 125, 219, 227, 229, 236, 237, 239, 246, 254, 271, 378, 405 и 408, а также глав 35 и 39 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с запросами судов общей юрисдикции и жалобами граждан». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45528/?ysclid=lpwze60ha6328024884 (дата обращения: 08.05.2024).

3. Зеленецкий В.С. Отказ прокурора от государственного обвинения. Харьков: Харьк. юрид. ин-т, 1979. 116 с.

4. Постановление Пленума Верховного суда РФ № 1 от 5 марта 2004 г. «О применении судами норм Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_47059/?ysclid=lpwz5vmhuq64103618 (дата обращения: 08.05.2024).

5. Приказ Генерального прокурора РФ от 25 декабря 2012 г. № 465 «Об участии прокуроров в

судебных стадиях уголовного судопроизводства». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389969/?ysclid=lpwwsqru7t359681543 (дата обращения: 08.05.2024).

6. Баксалова А. М. Уголовно-процессуальная функция обвинения. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002320267?ysclid=lw0roigmss505659943> (дата обращения: 08.05.2024).

7 Крюков В. Ф. Отказ прокурора от государственного обвинения. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000066441?ysclid=lw0rpcb26c91054153>

(дата обращения: 08.05.2024).

8. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу РФ. Под ред. А.Г. Коваленко. М.: Эксмо, 2003. 1261 с.

9. Апелляционное определение по делу № 22-3577/2013 от 05.07.2013 г. URL: <https://xn--90afdbaav0bd1afy6eub5d.xn--p1ai/39367837?ysclid=lw0rqvn2gb708917989> (дата обращения: 08.05.2024).

10. Фоменко А. Н. Отказ от обвинения и права потерпевшего. Уголовный процесс. 2005. № 12. 127 с.

PROTECTION OF THE RIGHTS AND INTERESTS OF VICTIMS IN THE ASPECT OF THE REFUSAL OF THE PUBLIC PROSECUTOR FROM PROSECUTION

A. A. Barsukova

This article examines the institution of the public prosecutor's refusal to charge. The problems of refusal of the charge are analyzed, namely, the lack of criteria for the grounds for refusal of the state charge, the absence of a written motivated public prosecutor in case of refusal of the charge. The author offers ideas for the modernization of the criminal procedure law.

Key words: public prosecutor, participation in court, refusal of public prosecution, victim, protection of rights.

Статья поступила в редакцию 29.05.2024 г.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИНСТИТУТА ГРАЖДАНСТВА

М. С. Евстефеева

В данной работе анализируется институт гражданства как важнейшая составляющая правового статуса личности. В начале работы исследуются основные способы приобретения гражданства, включая приобретение гражданства по рождению, а также приобретение гражданства в результате натурализации. В рамках натурализации исследуются основные требования к лицу для получения гражданства в различных странах. В современном мире набирает популярность институт получение гражданства за особые заслуги. По мнению автора, гражданство, выражая особую политико-правовую связь, является одной из важных характеристик суверенного государства. В качестве актуальных проблем правового регулирования института гражданства автор выделяет вопросы регулирования множественного гражданства, а также вопросы лишения гражданства. В заключении делается вывод о необходимости уделения особого внимания правовому регулированию института гражданства со стороны законодателя.

Ключевые слова: гражданство, множественное гражданство, двойное гражданство, филиация, натурализация, лишение гражданства.

Институт гражданства занимает важное место в реализации прав человека. Именно гражданство определяет положение человека как на территории государства, так и в зарубежных странах.

Обычно основные принципы гражданства закреплены в конституциях, а подробное регулирование осуществляется уже законами. Однако, не все конституции содержат специальные нормы о гражданстве. Например, Конституция Италии не регулирует институт гражданства, гражданство в стране регулируется Законом о гражданстве 1912 года и Положением о гражданстве 1983 года [1]. А Конституция Кубы, наоборот, имеет целую главу о гражданстве, где подробно регламентируются данный институт [2].

Традиционно авторы выделяют три основных способа приобретения гражданства.

Первый способ – по рождению. Государства, предоставляя гражданство ребенку, основываются на двух принципах: на принципе почвы, то есть ребенку предоставляется гражданство лишь по причине, что он родился на территории данного государства, а также на принципе крови, когда для получения

ребенком гражданства необходимо, чтобы один родитель уже являлся гражданином этого государства. Принцип почвы означает получение ребенком гражданства по факту территории, на которой он родился. Принцип крови означает что ребенок как бы наследует гражданство своих родителей.

В законодательстве стран Западной Европы, например, в Германии, Италии и Франции приоритет отдается приобретению гражданства по принципу крови. В США и в странах Латинской Америки гражданство ребенка определяется местом его рождения. Именно поэтому в ленте новостей все чаще стали появляться сообщения о массовых поездках беременных женщин в страны Латинской Америки. Начался так называемый бум «родильного» туризма [3].

Большинство стран использует смешанный принцип, при котором для приобретения гражданства необходимо иметь связь как с почвой (*jus soli*), так и с кровью (*jus sanguinis*). Важно отметить, что приобретение гражданства по рождению имеет особенность – гражданство приобретается автоматически без запроса со стороны лица, которое его получает.

Второй способ – натурализация. Натурализация подразумевает, что предоставление человеку гражданства зависит от принятого государством решения. Для получения гражданства необходимо обратиться с ходатайством к государству, гражданство которого человек хочет получить. Часто в качестве требований, предъявляемых кандидатам выступает определенный национальный законодательством срок проживания на территории государства. Например, для получения гражданства США требуется прожить на территории штатов не менее 5 лет перед обращением. В разных странах этот срок может быть разным – от 5 лет в Великобритании, Франции, России и Японии до 15 лет в Бразилии и других странах. Кроме того, для получения гражданства, как правило, требуется знание языка, истории, конституционного строя и культурных традиций страны. В некоторых странах предъявляется также требование к состоянию здоровья данного лица – например, в Азербайджане и ОАЭ лицу не предоставляется даже вид на жительство, если он болен ВИЧ [4].

Популярной стала практика – «натурализация за особые или высокие заслуги». Например, в соответствии с положениями законодательства США в качестве основания для натурализации может выступать служба в вооруженных силах США (статья 328 Закона о гражданстве США) [5].

Гражданство, выражая особую политико-правовую связь, является одной из важных характеристик суверенного государства. Государство может притязать на своего гражданина. Таким образом, гражданство определяет взаимоотношения человека с государством.

Согласно статье 4 Федерального закона от 28.04.2023 №138-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «О гражданстве Российской Федерации» гражданство Российской Федерации – это устойчивая правовая связь лица с Российской Федерацией, выражающаяся в совокупности их взаимных прав и обязанностей.

Федеральный закон «О гражданстве Российской Федерации» устанавливает приоритет российского гражданства перед любым иным иностранным гражданством. Таким образом, лицо, являясь одновременно гражданином Российской Федерации, будет восприниматься Российской Федерацией исключительно в качестве своего гражданина.

На мой взгляд, можно выделить следующие актуальные проблемы правового регулирования института гражданства.

Первая проблема – вопросы правового регулирования множественного гражданства.

Институт множественного гражданства получил бурное развитие в 20 веке.

Однозначно можно сказать, что феномен множественного гражданства воспринимается в различных государствах по-разному. Происходит это по причине существования культурных, политических, демографических и иных особенностей конкретного государства. Каждое государство самостоятельно определяет вектор развития государственной политики, а значит и свое собственное отношение к возможности получения иностранного гражданства своим гражданином.

С течением времени явление множественного гражданства отвергалось и предпринимались попытки борьбы с ним, но оно было нормализовано с конца 20 века в результате различных изменений, произошедших после Второй мировой войны, среди которых:

- уменьшение числа международных конфликтов и сокращение обязательной военной службы;
- развитие регулирования прав человека и гендерного равенства;
- увеличение международной поддержки предотвращения безгражданства;
- увеличение международной миграции и смешанных браков.

Человек может стать гражданином с множественным гражданством по рождению или в результате натурализации. В международном праве национальность и подданство используются взаимозаменяемо, однако некоторые страны проводят юридические различия между ними; более того, различные социологи настаивают на разграничении этих двух тесно связанных понятий.

Хотя страны могут юридически признавать или отвергать множественное гражданство, реальность более сложна, поскольку существует формальная и неформальная терпимость явлению множественного. Эта терпимость также может быть дифференцированной (например, ограничение множественного гражданства посредством натурализации и терпимость к этому статусу, когда люди рождаются

на территории и наследуют второе или более гражданство от своих родителей).

Двойное или множественное гражданство также может различаться по своим истокам и последствиям в зависимости от того, касается ли это государств иммиграции или эмиграции и в какой степени предоставляется множественное (например, согласие с сохранением гражданства, когда эмигранты национализируются за границей, ограничивая при этом их доступ к правам гражданства, таким как политические права). Рост числа случаев множественного гражданства с конца 20 века способствовал спорам (поначалу более интенсивным) о его последствиях с точки зрения военной службы, лояльности государству, дипломатической защиты, равенства прав граждан и так далее. Однако, благодаря распространению сравнительных и единичных исследований двойного гражданства по всему миру, мы теперь можем анализировать не только причины, которые привели к принятию, отвержению или терпимости к этому статусу, но и его практические последствия. Ученые изучали последствия двойного гражданства во многих областях, таких как международные отношения, внутригосударственные отношения, интеграция мигрантов в странах приема, членство и расширение прав мигрантов в странах эмиграции, участие в политической жизни, инструментальное использование этого статуса и так далее.

Понимание трансформации отношения к множественному гражданству требует от нас, с одной стороны, взглянуть в исторической перспективе на современное государство, которое, будучи автономным образованием, предоставило гражданство и со временем выработало гражданские традиции и идентичности. Особенности законов и традиций государства о гражданстве повлияли на то, каким образом все большее число международных мигрантов и их потомков приобретают двойное или множественное гражданство. С другой стороны, понимание распространения двойного гражданства также требует от нас рассмотрения государства как части международной системы государств со своей собственной историей норм и соглашений, которая также трансформировалась ввиду увеличения международной миграции в эпоху глобализации после Второй мировой войны.

Наличие гражданства – это осознание личной верности конкретному государству. Являясь гражданином, человек обязуется исполнять ряд важнейших для государства и народа функций, включая воинскую обязанность. Как в таком случае можно говорить об осознании политической связи с конкретным государством, если у человека таких связей несколько?

Множественное гражданство противоречит содержанию гражданства. Человек не может быть верен одновременно нескольким государствам. Верность нельзя рассматривать как половинчатую категорию, она либо есть, либо ее нет. Человек может быть верен исключительно одному государству.

Определенные препятствия для реализации суверенной власти государства могут возникать из-за наличия у лица множественного гражданства. Это может быть, когда одна страна препятствует расширению юрисдикции другой страны, отстаивая принцип «исключительности» своего гражданства. Для решения данной проблемы могут быть заключены многосторонние и двусторонние международные договоры, направленные как на пресечение случаев множественного гражданства, так и на разрешение конфликтов, связанных с юрисдикцией возникающих вопросов в данной области.

Множественное гражданство порождает ряд проблем, среди которых вопросы воинской обязанности, вопросы налогообложения, вопросы миграции и брака, реализация избирательных прав лиц с множественным гражданством.

Но важнейшем в данном случае являются вопросы гражданственности, личной верности государству, так как гражданство – это политико-правовая связь.

Актуальным вопросом является возможность наличия у российского гражданина гражданства «недружественной» страны.

Необходима разработка вопроса о заключении международных договоров в сфере гражданства с «дружественными» государствами. В случае наличия у российского гражданина гражданства «недружественного» государства, должен последовать выбор лицом одного гражданства. В связи с этим необходимо внести изменения в Федеральный закон от 28.04.2023 №138-ФЗ

«О гражданстве Российской Федерации». Также необходимо определить четкие сроки для выбора одного гражданства, последствия неисполнения указанного правила.

Вторая актуальная проблема правового регулирования института гражданства – это вопросы лишения гражданства. Является ли гражданство абсолютным или неотчуждаемым?

В странах Европы можно выделить следующие основания для утраты гражданства: добровольный отказ от гражданства по инициативе самого гражданина, автоматическая утрата гражданства по закону, лишение гражданства по инициативе государства. Согласно Европейской конвенции о гражданстве, лишиться гражданства можно только в том случае, если человек в результате выхода из гражданства не становится лицом без гражданства [6]. Добровольный отказ от гражданства действует практически во всех странах Европы.

В ряде стран возможна автоматическая утрата первоначального гражданства в результате принятия нового гражданства иностранного государства. К странам, запрещающим множественного гражданства относятся: Азербайджан, Казахстан, Китай, Монако, Монголия, Сингапур, Узбекистан, Эстония, Южная Корея.

Основанием для лишения гражданства может стать добровольная служба в иностранной военной службе – за это лишают гражданства в Австрии, Германии, Испании, Нидерландах, Латвии, Литве, Молдавии, Румынии, Франции, Эстонии. Служба лица на иностранной государственной службе приводит к утрате гражданства Дании, Греции, Испании, Италии, Латвии, Литвы, Словении, Турции, Франции.

За поведение, причиняющее серьезный ущерб интересам государства (например, работа на иностранную разведку, терроризм, участие в незаконных вооруженных формированиях и др.) гражданства лишают Бельгия, Болгария, Великобритания, Дания, Ирландия, Испания, Кипр, Литва, Мальта, Молдова, Румыния, Словения, Франция, Швейцария, Эстония.

В октябре 2023 года в силу вступил новый закон – Федеральный закон от 28.04.2023 №138-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «О гражданстве Российской Федерации».

В новом федеральном законе о гражданстве институт отмены решения о гражданстве заменен прекращением гражданства. Рассмотрим его подробнее.

Согласно ст. 22 Федерального закона от 28 апреля 2023 г. №138-ФЗ эта процедура затрагивает только натурализованных граждан, а причинами прекращения российского гражданства (помимо воли лица) могут стать сообщение заведомо ложных сведений в отношении обязательства соблюдать Конституцию России и российское законодательство, выразившееся в том числе:

- в совершении преступления;
- действий, создающих угрозу национальной безопасности Российской Федерации;
- установлении факта представления лицом поддельных, подложных или недействительных документов либо сообщения им заведомо ложных сведений», на основании которых человек приобрел российское гражданство.

- иные основания, предусмотренные международным договором Российской Федерации, предоставляющим возможность сохранить или изменить гражданство [7].

Таким образом, правовое регулирование вопросов гражданства зависит от национальных особенностей конкретной страны. Институт гражданства имеет особую важность в силу определения правового положения человека. Именно по этой причине правовое регулирование института гражданства требует особого внимания со стороны законодателя.

Литература

1. Cittadinanza // Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.7c02a249-66212ef7-8ab65c6d-74722d776562/https/www.esteri.it/it/servizi-consolari-e-visti/italiani-all-estero/cittadinanza/?_ya_mt_enable_static_translations=1 (дата обращения: 18.04.2024).
2. Cuba's Constitution of 2019 // Constitute. URL: https://www.constituteproject.org/constitution/Cuba_2019 (дата обращения: 18.04.2024).
3. В Аргентине начался бум родильного туризма среди россиянок // РБК. URL: <https://www.rbc.ru/society/05/01/2023/63b6476c9a794706b506242a> (дата обращения: 12.05.2023).

4. Инструкция: что нужно знать об эмиграции с положительным статусом ВИЧ // Спид.Центр. URL: <https://spid.center/ru/articles/4071> (дата обращения: 18.04.2024).

5. The Immigration and Nationality Act // U.S. Citizenship and Immigration Services. URL: <https://www.uscis.gov/laws-and-policy/legislation/immigration-and-nationality-act> (дата обращения: 18.04.2024).

6. Европейская конвенция о граждан-

стве // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/901799763> (дата обращения: 18.04.2024).

7. Федеральный закон Российской Федерации «О гражданстве Российской Федерации» от 28.04.2023 N 138-ФЗ // Консультант-Плюс – Справочная правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_445998/ (дата обращения: 18.04.2024).

ACTUAL PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF THE INSTITUTION OF CITIZENSHIP

M. S. Evstefeeva

This article analyzes the institution of citizenship as the most important component of the legal status of an individual. At the beginning of the work, the main ways of acquiring citizenship are explored, including the acquisition of citizenship by birth, as well as the acquisition of citizenship as a result of naturalization. As part of naturalization, the basic requirements for a person to obtain citizenship in various countries are investigated. In the modern world, the institution of obtaining citizenship for special merits is gaining popularity. According to the author, citizenship, expressing a special political and legal connection, is one of the important characteristics of a sovereign state. The author highlights the issues of regulation of multiple citizenship, as well as issues of deprivation of citizenship, as urgent problems of legal regulation of the institution of citizenship. In conclusion, it is concluded that it is necessary to pay special attention to the legal regulation of the institution of citizenship on the part of the legislator.

Key words: citizenship, multiple citizenship, dual citizenship, filiation, naturalization, deprivation of citizenship.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 343.148

ПОЛУЧЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В КАЧЕСТВЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В УГОЛОВНОМ ПРОЦЕССЕ РОССИИ И НЕКОТОРЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

А. О. Нурматова

Статья посвящена комплексному исследованию получения биометрических персональных данных в качестве образцов для сравнительного исследования. В статье даётся сравнение соответствующих положений УПК РФ, УПК Канады, УПК Норвегии и УПК ФРГ. На основе анализа положений законов о получении образцов для сравнительного исследования в Российской Федерации, Канаде, Норвегии и Федеративной Республике Германии автор приходит к выводу о том, что в отечественном процессе нормативно не урегулирован вопрос о принудительном способе получения биометрических персональных данных в качестве образцов для сравнительного исследования. В отдельных случаях, для достижения целей расследования преступлений, получение образцов для сравнительного исследования может производиться принудительно, о чём говорит Конституционный Суд РФ в своих определениях. По законодательству Канады и ФРГ также прослеживается возможность получения образцов для сравнительного исследования против воли лица, если это отвечает целям расследования. По законодательству же Норвегии получение образцов для сравнительного исследования принудительно не закреплено и соответственно нормативно не регулируется. Путём системного анализа, действующего УПК РФ и позиций высших судов страны, автор пришёл к выводу о возможности принудительного изъятия биометрических персональных данных в качестве образцов для исследования. Целью статьи является установить возможность принудительного изъятия биометрических персональных данных в качестве образцов для исследования. Автор предлагает более подробно разъяснить порядок сбора биометрических персональных данных, установить более полный порядок и правила применения насильственных действий для сбора биометрических персональных данных, указанный в ст. 202 УПК РФ.

Ключевые слова: биометрические персональные данные, использование биоматериалов, образцы для сравнительного исследования, судебная экспертиза.

Незаконный оборот различных видов биометрических персональных данных нуждается в действенной правовой защите. Об этом говорят, как в России, так и за рубежом. Одним из таких правовых источников в Российской Федерации является Федеральный закон от 27 июля 2006 года N 149-ФЗ «О информации, информационных технологиях и защите информации», который устанавливает правовые основы обращения с информацией, включая биометрические персональные данные, и обеспечивает их защиту от незаконного оборота. В Канаде таким правовым источником является Закон о защите персональных данных и электронных документов

(PIPEDA) устанавливает правила сбора, использования и хранения персональных данных, включая биометрические данные. В настоящее время современные технологии и научные открытия зачастую требуют сбора и анализа биоматериалов для развития медицины, генетики, фармакологии и других областей.

Во всем мире биометрия используется в таких разнообразных областях, как безопасность предприятий, школ, государственных учреждений, границ, аэропортов; идентификация пациентов в больницах и банках крови; голосовое управление электронными устройствами. Особое место биометрические персональные данные имеют в процессе раскрытия

© Нурматова А. О., 2024

Нурматова Алёна Олеговна (nurmatova145@mail.ru),

студент III курса юридического института Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

и расследования преступлений. В связи с этим приобретает большое значение право граждан на недопустимость насильственного сбора биоматериалов, что является важным аспектом правовой защиты личности и приватности.

Биометрические данные в различных базах данных стран становятся все более важными для идентификации преступников и их жертв. Взять известный случай в качестве примера, так в США 7 из 19 террористов нападения 11 сентября 2001 г. на башни-близнецы были известны властям, но они использовали поддельные документы для въезда в страну. Если бы тогда существовала биометрическая система противодействия, террористы могли бы быть идентифицированы и остановлены. При этом важно учитывать, что биометрические персональные данные включают в себя еще и биоматериалы — с медицинской точки зрения. Таким образом становится важным развитие этических стандартов и норм в области биомедицинских исследований, так как сбор биоматериалов осуществляется и насильственным путем, что вызывает этические дилеммы, связанные с нарушением личной жизни, приватности и достоинства человека.

С внедрением новых информационно-телекоммуникационных технологий преступники ищут инновационные способы совершения преступлений, например для хищения персональных данных, взлома личных и корпоративных компьютеров для кражи конфиденциальной информации, киберпреследования и тд. В связи с чем необходима адаптация законодательства к новым технологиям, то есть быстрое развитие технологий сбора, хранения и анализа биоматериалов требует соответствующего законодательного регулирования для обеспечения безопасности и конфиденциальности данных.

При обращении к термину биометрическая характеристика данного в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016 «Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия. Information technologies. Vocabulary. Part 37. Biometrics» это биологические и поведенческие характеристики индивида, которые могут быть зарегистрированы и использованы в качестве отличительных, повторяющихся биометрических признаков для автоматического распознавания индивидов. Примерами биометрических характеристик

являются: папиллярная структура Гальтона, топография лица, текстура кожи лица, топография кисти руки, топография пальца, структура радужной оболочки глаза, структура сосудов кисти руки, папиллярная структура ладони, изображение сетчатки глаза, динамика рукописной подписи и голос. Для сравнения попробуем рассмотреть нормативное регулирование в разных странах, например, таких как Россия, Канада и Норвегия, вопросов по сбору биоматериалов.

Самыми распространенными способами идентификации личности в настоящее время являются следующие: дактилоскопия, сканирование ладоней, сканирование радужной оболочки глаза, данные ДНК и т.д.

В свою очередь, текущее законодательство, разъяснения государственных органов и судебная практика России и ряда других стран по данному вопросу в значительной степени разнятся.

Так в законодательстве РФ к биометрическим персональным данным относятся сведения, которые характеризуют физиологические и биологические особенности человека (п. 1 ст. 11 Федерального закона "О персональных данных" от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ).

Постановление Правительства РФ от 30 июня 2018 г. № 772 к биометрическим персональным данным, размещаемым в единой биометрической системе, относит только изображение лица человека, полученные с помощью фото-, видеоустройств и данные голоса человека, полученные с помощью звукозаписывающих устройств.

Роскомнадзор ранее выражал свою позицию по вопросу того, какие персональные данные относятся к биометрическим. Так, по мнению ведомства, к биометрическим персональным данным относятся физиологические данные (дактилоскопические данные, радужная оболочка глаз, анализы ДНК, рост, вес и другие), а также иные физиологические или биологические характеристики человека, в том числе изображение человека (фотография и видеозапись), которые позволяют установить его личность и используются оператором для установления личности субъекта (Разъяснения Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций от 30 августа 2013 г. «Разъяснения по вопросам отнесения фото-,

видеоизображений, дактилоскопических данных и иной информации к биометрическим персональным данным и особенностей их обработки»). К ним же относятся фото и иные сведения, используемые для обеспечения прохода на охраняемую территорию и установления личности гражданина. При этом он повторил положения ст. 11 Закона №152-ФЗ о том, что обработка персональных данных, по общему правилу, допускается лишь с письменного согласия субъекта персональных данных, т. е. самого человека, от которого эти данные получаются.

При этом, правоприменительная практика в части правового регулирования оборота и использования биометрических персональных данных разнится. Фотографии на пропуске суды РФ расценивают как биометрические персональные данные. Так, в одном деле Арбитражного суда Северо-Западного округа прямо указал, что такие фотографии характеризуют физиологические и биологические особенности человека, на основе которых можно установить его личность путем сравнения фото и содержащихся на документе (пропуске) фамилии, имени и отчества с лицом предъявителя пропуска (Постановление Арбитражного суда Северо-Западного округа от 21 ноября 2017 г. № Ф07-11732/17 по делу № А42-342/2017). Верховный Суд Российской Федерации впоследствии подтвердил позицию суда нижестоящей инстанции, отметив, что предприятие не получило согласие субъектов на обработку биометрических персональных данных (Определение Верховного Суда РФ от 5 марта 2018 г. № 307-КГ18-101 по делу № А42-342/2017). К аналогичным доводам приходят и другие суды – лица, предоставляющие фотографию на пропуск с целью использования предприятием для установления личности субъекта, должны давать письменное согласие на обработку биометрических персональных данных (Постановление Тринадцатого арбитражного апелляционного суда от 16 августа 2018 г. № 13АП-15087/18).

В другом деле гражданка С. пожаловалась на гражданку М., которая без согласия осуществляла видеосъемку на камеру мобильного телефона с участием первой. Территориальное управление Роскомнадзора отказало в возбуждении дела, установив, что

видеозапись не содержит сведений, позволяющих идентифицировать гражданку С. как конкретного субъекта персональных данных, что свидетельствует об отсутствии нарушений положений закона о персональных данных, в связи с чем доводы жалобы были опровергнуты районным и областным судом (Постановление Четвертого кассационного суда общей юрисдикции от 16 октября 2020 г. по делу № 16-894/2020).

Основная сложность использования обработки биометрических персональных данных — это обязательное наличие согласия в письменной форме (ч. 1 ст. 11 Закона № 152-ФЗ). Более того, при применении информационных технологий в целях идентификации применяется форма, утвержденная Правительством РФ (в соответствии с ч. 5 ст. 14.1 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации"). Согласие на обработку персональных данных может быть дано субъектом персональных данных или его представителем в любой позволяющей подтвердить факт его получения форме, если иное не установлено законом (п. 1 ст. 9 Закона № 152-ФЗ).

Обработка биометрических персональных данных возможна без согласия субъекта в некоторых случаях, определенных законом. Представляется, что для целей обработки персональных данных при идентификации может быть справедливо следующие случаи (ч. 2 ст. 11 Закона № 152-ФЗ):

- в связи с осуществлением правосудия и исполнением судебных актов;
- в связи с проведением обязательной государственной дактилоскопической регистрации;
- в случаях, предусмотренных законодательством об обороне, о безопасности, о противодействии терроризму, о транспортной безопасности.

Помимо требования об обязательном письменном согласии на обработку персональных данных оператору требуется соблюдать положение о неразглашении персональных данных без согласия субъекта.

Но есть случаи принудительного получения биометрических персональных данных, о чем говорится в ч. 2 ст. 11 № 152-ФЗ «Обработка биометрических персональных

данных может осуществляться без согласия субъекта персональных данных в связи с реализацией международных договоров РФ о реадмиссии, в связи с осуществлением правосудия и исполнением судебных актов, в связи с проведением обязательной государственной дактилоскопической регистрации, обязательной государственной геномной регистрации, а также в случаях, предусмотренных законодательством РФ об обороне, о безопасности, о противодействии терроризму, о транспортной безопасности, о противодействии коррупции, об оперативно-разыскной деятельности, о государственной службе, уголовно-исполнительным законодательством РФ, законодательством РФ о порядке выезда из РФ и въезда в РФ, о гражданстве РФ, законодательством РФ о нотариате. То есть можно сделать вывод, что это распространяется на разные случаи, в т.ч. и в рамках производства по уголовным делам.

Уголовное судопроизводство регулируется специальным кодексом и положения 152-ФЗ к нему неприменимы. Так ст. 202 УПК РФ предусматривает получение для сравнительного исследования различных образцов, в т.ч. и биометрические персональные данные человека. Получение таких образцов может быть произведено и до возбуждения уголовного дела. При этом не должны применяться методы, опасные для жизни и здоровья человека или унижающие его честь и достоинство. Из текста закона до конца неясно, можно ли принудительно получать биометрические персональные данные в качестве образцов для сравнительного исследования в рамках производства по уголовному делу. При этом, для сравнения, можно привести положения ст.179 и ст.196 УПК РФ, запрещающих, по общему правилу, принудительное производство судебной экспертизы и освидетельствования в отношении свидетеля [2].

Позиции Конституционного Суда РФ (далее КС РФ) по возможности принудительного получения биометрических персональных данных в порядке ст. 202 УПК РФ заключаются в том, что принудительное получение биометрических персональных данных может оказывать воздействие на право гражданина на неприкосновенность частной жизни и личную тайну. При этом КС РФ в своем Определении № 1297-О от 24.09.2013г. отметил,

что Конституция Российской Федерации, гарантируя каждому право защищать свои права и свободы всеми способами, не запрещенными законом, и право не свидетельствовать против себя, не исключает возможность проведения различных процессуальных действий с участием подозреваемого или обвиняемого, а также использования документов, предметов одежды, образцов биологических тканей и пр. в целях получения доказательств. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации предусматривает возможность производства процессуальных действий (в том числе получения образцов для сравнительного исследования) и применения мер принуждения, связанных с ограничением права граждан на личную неприкосновенность, в целях защиты прав и законных интересов лиц и организаций, потерпевших от преступлений, обеспечивая обоснованность и соразмерность ограничений указанного права, а также требует судебного контроля за производством данных действий, предоставляя заинтересованным лицам право на судебную защиту их прав и свобод. Принудительное получение биометрических персональных данных должно осуществляться с соблюдением требований закона и пропорционально целям, для достижения которых это делается. Иначе говоря, Конституционный Суд РФ фактически разрешает принудительное получение образцов для сравнительного исследования в случаях, когда лицо отказывается предоставить их добровольно. То есть он, руководствуясь принципом целесообразности [3], сконструировал и утвердил правовую норму, позволяющую осуществлять получение биометрических персональных данных принудительно.

Для сравнения можно обратиться к нормативному регулированию этого вопроса в ряде зарубежных государств. Так, в Канаде процедура получения биометрических персональных данных насильственным путем при производстве по уголовному делу также регулируется законодательством — Criminal Code www.laws-lois.justice.gc.ca и принципами прав человека. Канадское законодательство строго регулирует процесс сбора и использования биометрических персональных данных, защищая права личности и конфиденциальность данных. Согласно подразделу

487.055(1) принимая во внимание, что сотрудник полиции рассмотрел судимость правонарушителя, характер правонарушения, обстоятельства, связанные с его совершением, и влияние, которое это разрешение окажет на неприкосновенность частной жизни правонарушителя и его личную безопасность, он вправе принудительно изъять у него образцы для сравнительного исследования.

В уголовно-процессуальном кодексе Норвегии – The Criminal Procedure Act не говорится о законодательной базе, регулирующей процедуру получения биометрических персональных данных насильственным путем. Норвежское законодательство обеспечивает защиту прав личности и конфиденциальность данных при сборе и использовании биометрических персональных данных. Нарушения законодательства могут привести к серьезным последствиям для ответственных лиц и организаций.

В Германии получение биометрических персональных данных принудительно регулируется законодательством и подчиняется строгим правилам. Закон о защите персональных данных (Bundesdatenschutzgesetz/BDSG) и Общий регламент по защите данных (GDPR) Европейского союза устанавливают рамки и требования для сбора, обработки и использования биометрических данных.

В Германии запрещено получение биоматериалов насильственным путем без согласия человека. Сбор биометрических данных возможен только при наличии законного основания, такого как выполнение контракта, соблюдение юридического обязательства или согласие субъекта данных. В случае принудительного сбора биоматериалов без согласия, это может рассматриваться как нарушение закона и подлежать наказанию.

При этом законодательно в некоторых случаях существуют исключения, когда сбор биометрических данных может быть осуществлен без явного согласия субъекта данных. Например, это может быть необходимо для целей национальной безопасности, предотвращения преступлений или обеспечения общественной безопасности. Об этом прямо говорится в §81a УПК ФРГ – Strafprozessordnung (StPO) – Для установления фактов, имеющих значение для уголовного производства разрешается брать кровь и

использовать другие инвазивные медицинские методы, которые применяются врачом по правилам врачебного искусства для исследования, без согласия обвиняемого, если не существует опасности нанесения вреда его здоровью. Данные меры назначаются судьёй, а при наличии опасности для результатов исследования вследствие задержки также прокуратурой и лицами, производящими расследование по поручению прокуратуры (§ 152 Закона о судебной системе), в §81b для целей предотвращения совершения преступных деяний или для целей службы уголовной регистрации, могут быть сделаны фотографии, сняты отпечатки пальцев, произведены измерения и применены иные подобные меры в отношении обвиняемого также против его воли, а также в §81c в отношении лиц, которые не являются обвиняемыми, но могут быть свидетелями, могут быть произведены освидетельствование и судебно-медицинская экспертиза без их согласия, только если для расследования истинных обстоятельств дела должно быть установлено наличие определённых следов или последствий преступного деяния на их теле.

В России, как уже упоминалось ранее, процедура получения биометрических персональных данных насильственным путем стала возможной благодаря позиции КС РФ, высказанной в ряде определений, упомянутых ранее.

Вывод

В целом, во всех четырех странах процедура получения биометрических персональных данных насильственным путем строго регулируется законодательством.

Однако возможны случаи нарушения законодательства в данной сфере применения, поэтому важно улучшить механизмы контроля и надзора за сбором и использованием биометрических персональных данных.

При этом в российском законодательстве прослеживается, что Конституционный Суд РФ фактически создал правовую норму, позволяющую осуществлять получение биометрических персональных данных принудительно. Схожая норма содержится и в законодательстве Германии, где также есть ряд исключений, при которых возможно принудительное получение биометрических персональных данных.

Для усовершенствования системы рекомендуется более подробно разъяснить порядок сбора биометрических персональных данных в законодательстве РФ, установить более полный порядок и правила применения законного принуждения для сбора биометрических персональных данных, ужесточить наказание за незаконное получение таких сведений, усилить механизмы контроля и мониторинга, а также повысить осведомленность общества о правилах сбора и использования биометрических персональных данных.

Литература

1. Кудрявцева Ю. А. Получение образцов для сравнительного исследования в уголовном судопроизводстве России: автореферат дис. ... канд. юрид. наук. Челябинск, 2013. 26 с.
2. Лазарева В.А., Иванов В.В., Утарбаев А. К., Защита прав личности в уголовном процессе России : Учебное пособие / – 4-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. С.111.
3. Савельев К. А., Иванов В. В. Принцип целесообразности в российском уголовном процессе: «за» и «против» // Законы России: опыт, анализ, практика. 2019. № 3. С. 54–58.
4. ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016 Информационные технологии (ИТ). Словарь. Часть 37. Биометрия от 27 февраля 2017 URL : <https://docs.cntd.ru/document/1200144206?section=text> (дата обращения: 01.06.2004).
5. О защите физических лиц при обработке персональных данных и о свободном обращении таких данных, а также об отмене Директивы 95/46/ЕС (Общий Регламент о защите персональных данных) : Регламент N 2016/679 Европейского парламента и Совета Европейского Союза // Official Journal of the European Union N L 119. 04.05.2016. P. 1.
6. Биометрия в 2021 году (факты, варианты использования, биометрическая безопасность) URL: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/inspired/biometrics> (дата обращения: 01.06.2004).

OBTAINING BIOMETRIC PERSONAL DATA AS SAMPLES FOR COMPARATIVE RESEARCH IN CRIMINAL PROCEEDINGS IN RUSSIA AND SOME FOREIGN COUNTRIES

A. O. Nurmatova

The article is devoted to a comprehensive study of obtaining biometric personal data as samples for comparative research. The article compares the relevant provisions of the Code of Criminal Procedure of the Russian Federation, the Code of Criminal Procedure of Canada, the Code of Criminal Procedure of Norway and the Code of Criminal Procedure of Germany. Based on the analysis of the provisions of the laws on obtaining samples for comparative research in the Russian Federation, Canada, Norway and the Federal Republic of Germany, the author concludes that the issue of compulsory method of obtaining biometric personal data as samples for comparative research is not regulated in the domestic process. In some cases, in order to achieve the goals of investigating crimes, obtaining samples for comparative research may be forced, as stated by the Constitutional Court of the Russian Federation in its definitions. According to the legislation of Canada and Germany, it is also possible to obtain samples for comparative research against the will of a person, if this meets the objectives of the investigation. According to Norwegian legislation, obtaining samples for comparative research is not forcibly fixed and, accordingly, is not regulated. Through a systematic analysis of the current Code of Criminal Procedure of the Russian Federation and the positions of the highest courts of the country, the author came to the conclusion about the possibility of forcibly withdrawing biometric personal data as samples for research. The purpose of the article is to establish the possibility of compulsory withdrawal of biometric personal data as samples for research. The author proposes to explain in more detail the procedure for collecting biometric personal data, to establish a more complete procedure and rules for the use of violent actions to collect biometric personal data, specified in Article 202 of the Code of Criminal Procedure of the Russian Federation.

Key words: biometric personal data, the use of biomaterials, samples for comparative research, forensic examination.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 347.736

ЗАПРЕТ НА УЧАСТИЕ В УПРАВЛЕНИИ ЮРИДИЧЕСКИМ ЛИЦОМ В ПОСТБАНКРОТНЫЙ ПЕРИОД

Е. А. Петрушкин

В работе рассмотрено такое последствие признания физического лица банкротом, как запрет на участие в управлении юридическим лицом, предусмотренное статьёй 213.30 Федерального закона «О несостоятельности (банкротстве)», определена специфика данного запрета с учётом проблемы чёткого определения перечня органов управления юридического лица, на которые указанный запрет распространяется, также ставится проблема эффективности законодательной конструкции запрета на участие в управлении юридическим лицом в соотношении с особенностью субъекта – банкрота. Выявлены пробелы в законодательстве и предложено внесение конкретных изменений в Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)».

Ключевые слова: потребительское банкротство, исполнительный орган, коллегиальные органы управления, ревизионная комиссия, индивидуальный предприниматель, размер необеспеченных денежных обязательств.

Институт потребительского (личного) банкротства, позволяющий распространять специальные банкротные режимы на физических лиц, не имеющих статуса индивидуального предпринимателя, является довольно новым в российской практике. Он возник благодаря внесению изменений в 2015 году в Федеральный закон от 26 октября 2002 г. №127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» (далее – Закон о банкротстве) и, безусловно, оказал огромное экономико-правовое влияние на состояние хозяйственного оборота. Сегодняшняя практика показывает нам реальную потребность в данном институте (инициаторами данной процедуры выступают, в основном, сами граждане – за 2020 год около 95%). Популярность потребительского (личного) банкротства настолько возросла, что на практике мы начинаем сталкиваться с проблемой «банкротного экстремизма».

Банкротство граждан, демонстрирующее их неплатёжеспособность, сопряжено с рядом ограничений и запретов для данных лиц, причем указанные лишения распространяются не только на момент рассмотрения дела о банкротстве, но и на постбанкротный период. Важно отметить, что именно пост-

банкротные лишения чаще всего способствуют нежеланию некоторых граждан по своей инициативе возбуждать процедуру банкротства. В соответствии со статьёй 213.30 Закона о банкротстве, такими лишениями, в частности, являются: во-первых, в течение пяти лет с даты прекращения производства по делу о банкротстве лицо не вправе принимать на себя обязательства по кредитным договорам и (или) договорам займа без указания на факт своего банкротства, во-вторых, в течение пяти лет с даты прекращения производства по делу о банкротстве новое дело о его банкротстве не может быть возбуждено по заявлению этого гражданина. Указанные лишения представляются вполне логичными и справедливыми с точки зрения реакции государства на подрыв стабильности гражданского оборота. В то же время статья 213.30 Закона о банкротстве закрепляет и более серьёзное ограничение правосубъектности лиц, прошедших процедуру банкротства. Именно это ограничение следует более детально рассмотреть.

Согласно пункту 3 статьи 213.30 Закона о банкротстве, в течение трёх лет лицо, в отношении которого была завершена процедура

© Петрушкин Е. А., 2024.

Петрушкин Егор Андреевич (egov1835@gmail.com),

студент II курса юридического института Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

реализации имущества или прекращено дело о банкротстве, не вправе занимать должности в органах управления юридического лица, иным образом участвовать в управлении юридическим лицом. Из данной формулировки, учитывая предписания статьи 53, статьи 65³, статьи 113 Гражданского кодекса, следует, что гражданин, признанный банкротом, не может входить (т.е. избираться или назначаться) в исполнительный орган (как коллегиальный, так и единоличный), в коллегиальный орган управления (наблюдательный и иной совет), контролирующий деятельность исполнительных органов корпорации. Важно отметить, что законодатель не даёт чёткого указания относительно ревизионной комиссии (Гражданский кодекс не называет её органом управления юридического лица). В соответствии со статьёй 47 Федерального закона «Об обществах с ограниченной ответственностью» ревизионная комиссия избирается общим собранием участников общества на срок, определенный уставом, она вправе в любое время проводить проверки финансово-хозяйственной деятельности и иметь доступ ко всей документации, касающейся деятельности данного юридического лица. Ревизионная комиссия в обязательном порядке проводит проверку годовых отчетов и годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности до их утверждения общим собранием участников общества. Являясь органом внутреннего контроля, ревизионная комиссия не включена в число органов управления юридического лица, однако, следует отметить, что внутренний контроль – это процесс, осуществляемый совместно с исполнительным органом, коллегиальным органом управления юридического лица и иными. Следовательно, внутренний контроль имеет важное значение в системе управления юридическим лицом, поэтому будет справедливым суждение о том, что запрет, предусмотренный пунктом 3 статьи 213.30 Закона о банкротстве, распространяется и на ревизионную комиссию.

Кроме того, в течение трёх лет с момента признания гражданина банкротом, он не вправе иным образом участвовать в управлении юридическим лицом. Основная идея данного запрета в том, чтобы ограничить права лиц, неспособных вести инициативно-распорядительную и оперативную хозяй-

ственную деятельность. В связи с этим, не может не удивлять тот факт, что в пункте 3 статьи 213.30 Закона о банкротстве нет запрета для гражданина, прошедшего процедуру банкротства, заниматься предпринимательской деятельностью. В то же время, статья 216 Закона о банкротстве, посвященная последствиям признания индивидуального предпринимателя банкротом, устанавливает запрет для данного лица в течение пяти лет осуществлять предпринимательскую деятельность, а также занимать должности в органах управления юридического лица, иным образом участвовать в управлении юридическим лицом. Получается, если индивидуальный предприниматель, признанный банкротом, не может в течение пяти лет снова регистрироваться в качестве индивидуального предпринимателя, то гражданин, не имевший такого статуса либо утративший его до возбуждения дела о признании его банкротом, может, после прохождения процедуры банкротства, заниматься предпринимательской деятельностью, в том числе регистрироваться в качестве индивидуального предпринимателя. Данная позиция законодателя представляется нелогичной. Было бы разумно предусмотреть запрет на осуществление предпринимательской деятельности также и лицом, признанным банкротом.

В связи с изменениями от 31.07.2020 в Закон о банкротстве, для граждан стала доступна процедура внесудебного банкротства, которая осуществляется в соответствии с подачей ими заявлений в многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг. При этом общий размер денежных обязательств и обязанностей по уплате обязательных платежей должен составлять не менее двадцати пяти тысяч рублей, но и не более одного миллиона рублей. Как мы знаем, при судебном банкротстве общие требования должны быть в размере не менее пятисот тысяч рублей. В данном случае, следует обратить внимание на то, что законодатель предусматривает дифференциацию требований к заявлению о начале процедуры банкротства в зависимости от того, будет оно судебным или внесудебным. В то же время, законодатель продолжает использовать прежнюю модель недифференцированного регулирования последствий потреби-

тельского банкротства, сохраняя единые запреты и ограничения вне зависимости от размера необеспеченных денежных обязательств. В данном случае, что для банкрота, имеющего необеспеченные денежные обязательства в пятьдесят тысяч рублей, что для банкрота, имеющего необеспеченные денежные обязательства в несколько миллионов рублей, ограничения и запреты унифицированы. На первый взгляд может показаться, что разумно было бы предусмотреть дифференцированную модель регулирования последствий потребительского банкротства в зависимости от общего размера денежных обязательств и обязанностей по уплате обязательных платежей. Представляется возможным поставить срок запрета быть членом органа управления юридического лица и срок запрета на иное участие в управлении юридическом лицом в зависимости от общего размера необеспеченных денежных обязательств. При разработке такой модели регулирования встаёт вопрос относительно того, какая сумма необеспеченного денежного обязательства будет являться барьером для разделения сроков запрета на сокращённые и более длительные. Учитывая пределы необеспеченных денежных обязательств при внесудебном банкротстве (от 25 тысяч рублей до 1 миллиона рублей) и судебном банкротстве (от пятисот тысяч рублей), целесообразно было бы взять за основу сумму в один миллион рублей. Здесь же возникает практическая проблема с непротиворечивостью данной модели. Несколько лиц признанных банкротами имеют необеспеченные денежные обязательства в размере, соответственно, в девятьсот девяносто девять тысяч рублей и миллион десять тысяч рублей, по сути, разница в общем размере обязательств небольшая, но, в соответствии с предлагаемой моделью дифференцированных последствий, для данных лиц будет различным срок запрета на участие в управлении юридическим лицом (например, в три года и пять лет), что, в принципе, выглядит довольно противоречивым. Кроме того, на практике довольно проблематично полагаться на сумму необеспеченных денежных обязательств, так как она во многом зависит от поведения потенциальных кредиторов, которые могут заявлять или не заявлять свои требования. Необходимо пони-

мать, что изучение личности, его характеристики и обстоятельств, способствовавших определённому варианту поведения, которое привело к негативным последствиям, это всё-таки больше специфика привлечения лица к уголовной ответственности, а не гражданско-правовой. Популярность потребительского (личного) банкротства, огромное количество судебных разбирательств по делу о банкротстве заведомо препятствуют реальному учёту личности банкрота судом при дифференциации последствий в виде запрета на замещение должностей в органах управления юридического лица и на иное участие в управлении юридическим лицом.

Заключение

Последствия для гражданина, признанного банкротом, в виде запрета быть членом органа управления юридического лица и запрета на иное участие в управлении юридическим лицом вполне являются оправданными, целесообразными и не требуют разработки законодателем дифференцированной модели регулирования последствий потребительского (личного) банкротства в зависимости от общего размера необеспеченных денежных обязательств. Однако, по моему мнению, пробел, допущенный законодателем, в части запрета на осуществление предпринимательской деятельности физическим лицом, признанным банкротом, всё-таки имеется. Необходимо, в частности, предусмотреть запрет на осуществление предпринимательской деятельности физическим лицом, признанным банкротом. В этом случае, встаёт вопрос о сроках действия данного запрета. Запрет осуществлять предпринимательскую деятельность в течение пяти лет с даты завершения процедуры банкротства в отношении индивидуального предпринимателя всё-таки приурочен к самой регистрации физического лица в качестве индивидуального предпринимателя, которая по своей сути предполагает осознание более высоких рисков и ответственности. Я считаю, что оправданным было бы установить для физических лиц, не имевших статуса индивидуального предпринимателя либо утративших его до возбуждения дела о признании его банкротом, срок действия запрета на осуществление предпринимательской деятельности в три года, не отступая при этом от

логики статьи 213.30 Закона о банкротстве. Данное нововведение, безусловно, способно устранить неясности и противоречия последствий потребительского (личного) банкротства и повысить эффективность применения данного института.

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 01.10.2023). [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
2. Федеральный закон "О несостоятельности (банкротстве)" от 26.10.2002 № 127-ФЗ (ред. от 25.12.2023). [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
3. Федеральный закон «Об обществах с ограниченной ответственностью» от 08.02.1998 № 14-ФЗ (ред. От 13.06.2023). [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
4. Федеральный закон «Об акционерных обществах» от 26.12.1995 № 208-ФЗ (ред. от 25.12.2023). – [Электронный ре-сурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
5. Попондопуло В.Ф., Слепченко Е.В. Производство по делам о банкротстве в арбитражном суде. – Спб.: Юрид. Центр Пресс – 2004. – 344 с.
6. Попондопуло В.Ф. Банкротство. Правовое регулирование. – М.: Проспект, 2021. – 432 с.
7. Поваров Ю.С. Особенности правового положения гражданина банкрота: цивилистический и нотариальный аспекты. – М.: Инфотропик Медиа, 2020. – с. 207-215.
8. Осипов М.С. К вопросу о совершенствовании процедуры банкротства ликвидируемого должника. // Право и политика. – 2023. - №4. – с. 37-44.
9. Пестряков К.В. Последствия наложения ограничений и статус граждан – банкротов. // Юрист. – 2017. - №9. – с. 30-34.
10. Летягина Е.А. К вопросу о банкротстве физических лиц. // Право и государство: теория и практика. – 2023. - №9. – с. 281-284.
11. Харитоновна Ю.С. Ограничение правоспособности гражданина, признанного банкротом. // Законы России: опыт, анализ, практика. – 2015. - №9. – с. 24-29.

PROHIBITION ON PARTICIPATION IN THE MANAGEMENT OF A LEGAL ENTITY IN THE POST-BANKRUPTCY PERIOD

E. A. Petrushkin

This work examined the consequence of declaring an individual bankrupt, such as a ban on participation in the management of a legal entity, provided for in Article 213.30 of the Federal Law “On Insolvency (Bankruptcy)”; the essence of this ban was determined, taking into account the problem of clearly defining the list of management bodies of a legal entity, to which this prohibition applies. The article also poses the problem of the effectiveness of the legislative structure of the ban on participation in the management of a legal entity in relation to the property and characteristics of the subject - bankrupt. Gaps in the legislation were identified and ways to eliminate them were proposed by amending the Federal Law “On Insolvency (Bankruptcy)”.

Key words: consumer bankruptcy, governing bodies, individual, entrepreneur, amount of unsecured monetary obligations, terms.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024 г.

© Petrushkin E. A., 2024.

Petrushkin Egor Andreevich (egov1835@gmail.com), 2nd year student of the Law Institute of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

ОБЯЗАТЕЛЬСТВА В РИМСКОМ ПРАВЕ: СУЩНОСТЬ И СИСТЕМА

Д. В. Табаева

Данная работа посвящена анализу сущности и системе обязательств в Римском праве. Римскими юристами природа обязательства связывалась с наличием «правовых оков», то есть особой связи между субъектами обязательственного отношения, в силу которой, должник перестаёт быть свободным на определённое время. В доктрине римского права сущность обязательства рассматривается с различных аспектов: как «действие», как «долговая связь», как «действие, связанное с частью имущества» или как «предоставление». Сформулированы следующие признаки обязательства: отсутствие господства над предметом; обусловленность личными отношениями между кредитором и должником, а не отношениями к имуществу; завершение обязательства только после исполнения должником определённого действия или предоставления имущества кредитору. Сделан вывод о том, что сущность обязательства заключается в юридической связи между кредитором и должником, в силу которой должник обязан совершить определённые действия, либо воздержаться от них. Приведены классификации обязательств в римском праве и названы такие виды обязательств как определённые обязательства и неопределённые обязательства; делимые и неделимые обязательства; договорные обязательства, внедоговорные обязательства, обязательства из деликта и обязательства «как бы из деликта»; обязательства с исками и обязательства без исков.

Ключевые слова: природа обязательства в римском праве, содержание обязательств в римском праве, классификация обязательств.

Обязательства являются одной из основных правовых категорий Древнего Рима, которая существенным образом была заимствована отечественной правовой системой. Целью исследования является выявление правовой природы зародившейся в Древнем Риме юридической конструкции обязательства, его сущности и системы. Методологической основой исследования настоящей работы являются историко-правовой и формально-юридический методы.

В источниках древнеримского права обязательству дают следующие определения: «Обязательство – это правовые узы, в силу которых мы по необходимости должны выполнить известное действие согласно законам нашего государства» [1, с. 243], «Сущность обязательства состоит не в том, чтобы сделать нашим какой-нибудь телесный предмет или какой-нибудь сервитут, но чтобы связать перед нами другого в том отношении, чтобы он нам что-нибудь дал, сделал или предоставил» (Павел, D.44.7.3) [2, с. 535]. Соответственно, обязательствами римские юристы называют

такие отношения, которые состоят в обязанности должника исполнять в пользу кредитора определенное действие, обладающее имущественной ценностью. Получается, суть обязательства так или иначе связана с имущественной ценностью самого действия. Согласимся с тем, что природа обязательства обусловлена действием, но особым, связанным с частью имущества [3, с. 305].

Обязательства, в отличие от вещного права, не дают никакого господства над предметами физического мира, - они устанавливают только отношение одного лица к другому в области имущественных интересов. Обязательства создают определённые обязанности и оказывают воздействие на человека, потому что формально кредитор обладает неким господством над должником до исполнения обязательств. Так, например, должника побуждает к исполнению правосознание и чувство долга, стремление получить обещанный эквивалент.

Таким образом, в обязательстве можно выделить два аспекта. Во-первых, «оно

представляет собой фактическое отношение, основанное на юридической связи между конкретными участниками гражданского оборота, которая создает для одной стороны формальную возможность «право требовать» от другой стороны, а последняя, соответствуя этому праву, обязана исполнить свой долг. А, во-вторых, под обязательством подразумеваются «правовые оковы», в силу которых обязавшееся по сделке лицо принуждается исполнить согласно законам государства» [4, с. 89].

Сущность обязательства в римском праве

Обязательственные отношения существуют между двумя сторонами: между кредитором – *creditor* и должником – *debitor*. Кредитор обладает правом требования от должника совершить определённых действий или отказаться от них, а должник обязан совершить действия или воздержаться от них по требованию кредитора. Должник в обязательственных отношениях продолжает обладать свободой, так как он вступил по своей воле в данные отношения и тем самым обременил себя обязанностями. Однако в особом случае бывает обязательство «с переменным пассивным субъектом». Обязательство, которое возникает из-за совершения проступка недееспособным, обременяет того, под чьей властью или в чьей собственности находится виновный в данное время.

По мнению немецкого правоведа XIX века Г. Дернбурга содержанием обязательства является обязанность должника совершить «действие». Под действием понимается деятельность должника, соответствующая цели обязательства. Целью выступает та имущественная выгода, которая должна быть предоставлена верителю [5 с.1, 4].

Однако, римляне специализировали понятие обязательства и употребляли термины: «*dare*», «*facere*», «*praestare*». «*Dare*» представляет собой передачу собственности на телесные вещи; «*facere*» – включает в себя все прочие действия, относящиеся к телесным вещам (например, передача владения земельным участком); под «*praestare*» понимается предоставление различных видов услуг как физических, так и духовных. Однако, строгого различия между «*praestare*» и «*facere*» нет. В силу этого «*facere*» в широком смысле всякое

действие, исключая «*dare*».

Так, с точки зрения юриста Д. Франчози, природа обязательства рассматривается через «предоставление». Он говорит о том, что «обязательство – это правовые оковы, в силу которых мы должны предоставить определённую вещь в соответствие с установленным порядком» [6, с. 349]. Однако не все ученые единогласны в этом. Дореволюционный правовед С. Муромцев указывает на то, что «*dare*» как вид обязательства сохраняется в новом праве, однако под ним подразумевается обязательство, клонящееся к установлению какого-либо вещного права, но при этом «*dare*» сохраняет свой прежний технический смысл, обозначая только гражданские права (обязанность должника передать что-либо кредитору в собственность или в сервитут) [7, с. 292]. Также этот ученый упоминает о том, что ко времени классической юриспруденции «*praestare*» стало выходить из употребления и «*facere*» стало обозначать всякое обязательство в противоположность «*dare*». Обязательство, которое имело своим содержанием «*facere*», могло сопровождаться с каким-либо другим содержанием с «*dare*». Например, обязательство поклажепринимателя возратить поклажу (*facere*) сопровождалось обязательством вознаградить (*dare*) поклажедателя за вред, причиненный его вещи во время хранения. Из чего следует, что С. Муромцев противопоставляет «*dare*» с «*facere*» и ставит в определенных случаях их в один ряд [7, с. 293].

Современный исследователь-юрист Д. В. Дождев под «*dare*» понимает перенесение собственности, под «*facere*» совершение определенного действия, «*praestare*» – обеспечить, гарантировать. Он пишет о том, что «*praestare*» не является самостоятельной фигурой и иска с требованием «*praestare*» в римском праве не существует. Это понятие связано с идеей гарантии обязательства и относится к контрактной ответственности. То есть ответственность должника наступает тогда, когда отсутствует исполнение – не наступает гарантированное событие или деяние [8, с. 435]. «*Facere*» относится к совершению определенных действий в пользу кредитора независимо от вещноправного эффекта акта. Этот ученый-юрист указывает, что если должник обязан совершить манципацию вообще, то

содержанием предоставления является «*facere*», а не «*dare*», даже если результатом манципации может стать перенос собственности [8, с. 436]. Соответственно, следуя данной позиции, не всегда «*facere*» и «*dare*» будут использоваться в том смысле, в каком изначально трактуются.

Другой учёный юрист Ч. Санфилиппо указывает на то, что обязательственные отношения имеют построение, отождествляющее его с двумя понятиями: «долг», который понимается как имущественное правовое ожидание кредитора, и «ответственность», означающая последствие, наступающее для должника, который не дает удовлетворения ожиданиям кредитора. Исходя из этого, содержание отношений имеет тройственную структуру. «*Dare*» состоит в переносе собственности или в установлении особого вещного права; «*facere*» включает какую-либо иную личную деятельность, положительную или отрицательную; «*praestare*», изначальное содержание которого неясно, но возможно, что оно возникло как связанное с обязанностью предоставления процессуального ручательства, впоследствии же стало охватывать, как родовое понятие, обязательства любого рода [9, с. 278-279].

Интересна позиция учёного-юриста Р. Зома, который выделяет совершенно иное содержание обязательства, состоящее в долговой связи. По мнению этого автора, такая долговая связь всегда имеет исключительно обязывающий характер, то есть обязывает должника возместить ущерб [10, с. 233].

В этой связи заметим, что предмет обязательства должен был отвечать определенным требованиям: он должен быть выполнимым, законным, точно определенным и иметь имущественный характер. Как указывается в памятнике римского права: «Обязательство, предмет которого невозможен, ничтожно». (Цельс, D.50.17.185)

Проанализировав мнения учёных о содержании обязательства, можно прийти к выводу о том, что отсутствует однозначное понимание содержания обязательства в римском праве и его структуры. Можно заметить, что не всегда «*dare*», «*facere*» и «*praestare*» одинаково ими трактуются. Содержания данных понятий либо друг друга заменяют, либо используются как синтез двух понятий.

Система обязательств в Римском праве

В зависимости от того, является ли объект действием точно определённым или неопределённым выделяют обязательства: 1) определённые обязательства («*obligationes certae*») и 2) неопределённые («*obligationes incertae*»). В первом случае обязательство определено с полной ясностью в самом договоре, а во втором случае – не определено, но являлось определяемым. Например, мог указываться перечень предметов, из которых должник должен был предоставить один из них. Их также называли альтернативными обязательствами. Другим видом неопределённого обязательства является родовое обязательство, объект которого определён не индивидуально, а только по роду [3, с. 305-309]. Несчастный случай, постигший вещь, которую предполагалось предоставить, не освобождает должника от обязательства, так как вещь является заменимой. Он должен будет возместить ущерб родовой вещью. Выделялись обязательства, объект которого был направлен на *species*, это был известный предмет, определённый индивидуальными признаками. Поэтому обязательство прекращается, если этот предмет погибнет вследствие несчастного случая. От альтернативного обязательства следует отличать обязательство с возможной заменой исполнения: здесь должник уполномочен предложить взамен установленного предоставления другое.

В зависимости от того, является ли само действие делимым или неделимым, различаются делимые и неделимые обязательства. Альтернативные и родовые обязательства сами по себе делимы, если делим их предмет. Обязательства считаются неделимыми, когда предмет их не поддается делению без ущерба его стоимости. (Например, постройка здания). Так, обязательства «*dare*» обычно делимы, за исключением тех случаев, когда объектом является сервитут или право пользования, а обязательства «*facere*» неделимы. Неделимое предоставление не может быть не исполнено, не истребовано по частям.

Также выделяются солидарные обязательства. Солидарные обязательства – это такие обязательства, когда удовлетворение, полученное кредитором от одного из совокупных должников или одним из совокупных

кредиторов от должника, погашало обязательство. В свою очередь, солидарные обязательства делились на корреальные, предметом которых были делимые вещи; солидарные кумулятивные, возникавшие из деликтов, совершенных несколькими сообщниками, предмет которых возмещение убытков и солидарные без специального соглашения, предметом которых была неделимая вещь. Корреальные обязательства возникают исключительно из договора или предсмертного распоряжения. Они отличаются от простых солидарных обязательств тем, что не только в силу однократного исполнения объекта долга, но и вследствие установления спорных отношений сторон в гражданском процесс с одним из кредиторов или должников, обязанность или требование остальных прекращается.

Обязательства делятся на несколько видов в зависимости от источника их возникновения, то есть события, способного создать обязательственные отношения. Отсюда их основное деление: возникающее из договора – договорное обязательство; внедоговорное обязательство – «как бы из договора», из деликта и «как бы из деликта». Обязательства «как бы из договора» возникают при отсутствии между сторонами какого-либо соглашения, но по своему характеру и содержанию сходные с обязательствами, вытекающими из договоров. Основной вид этого обязательства: ведение чужих дел без поручения и обязательство, возникающее вследствие неосновательного обогащения. Обязательства «как бы из деликта» представляют собой обязательства, вытекающие из неправомерных действий, но не попадающие ни под один деликт. Например, ответственность за вылитое или выброшенное на улицу или площадь, которая наступила независимо от личной вины хозяина дома, откуда было вылитое или выброшено.

Обращаясь к ранее рассмотренному содержанию обязательства, долговое обязательство может быть долгом денежным, или долгом вещью, или обязанностью совершения действия. Денежный долг – это обязательство выдать известную сумму денег, то есть количество ценностей, а не вещей. Денежный долг не означает обязательство выдать денежные знаки, а только обязательство выдать сумму денег без разницы какими денежными знаками. Вещевым долгом называется обязательство

выдачи определённого индивидуального предмета. Важно, что этот долг будет выражаться именно в данной вещи [10, с. 243-244].

Помимо главного объекта, как упоминает Ч. Санфилиппо, могут быть ещё и дополнительные, которые должник может быть обязан предоставить. Они делятся на естественные и объекты юридического характера. Говоря о естественных, то это прирост, приращение, плоды объекта, которые следует передать. Например, объекты юридического характера – проценты с капитала [9, с. 279].

Кроме того, кредитор для того, чтобы добиться осуществления своего права, вынужден прибегать к иску. Он является главным «орудием» против должника, поэтому только снабжённые исками обязательства являются таковыми в полном смысле этого слова. Они называются «*obligationes civiles*». Помимо исков, снабжённых обязательствами, существуют обязательства без исков – «*obligationes naturales*». Они также связаны с особыми правовыми последствиями, однако не представляют собой настоящих обязательств. Их возникновение объясняется противоположностью между гражданским обществом и государством. Натуральные обязательства являются чуждыми положительному праву государства, которое все-таки не может не признать их влияния на свой строй. «*Obligationes naturales*» обладают таким свойством, что произведённое для их погашения действие рассматривается, как платёж долга.

Заключение

Подводя итоги исследования, подчеркнем, что в римском праве сущность обязательства рассматривается с различных аспектов: во-первых, как «действие», во-вторых, как «долговая связь», в-третьих, как «действие, связанное с частью имущества», в-четвертых, как «предоставление». При этом правоведом не отрицается природа обязательства в целом как правовых оков, в силу которых, должник перестаёт быть свободным на определённое время. Из этого следует, что обязательства практически всегда связаны с выполнением какого-либо действия или имеют дело с имущественной ценностью. В римском праве содержание обязательств раскрывается специализированно, через тройственную структуру, состоящую из таких

компонентов: «dare», «facere» и «praestare». Не всегда «dare», «facere» и «praestare» одинаково трактуются учеными. Содержания данных понятий либо друг друга заменяют, либо используются как синтез двух понятий.

Соответственно можно сформулировать следующие признаки обязательства: 1) обязательство не даёт никакого господства над предметом; 2) обязательство обусловлено личными отношениями между кредитором и должником, а не отношениями к имуществу; 3) обязательство завершается только после исполнения должником определённого действия или предоставления имущества кредитору. Таким образом, сущность обязательства заключается в юридической связи между кредитором и должником, в силу которой должник обязан совершить определённые действия, либо воздержаться от них.

В современном законодательстве России понятие обязательства дано в статье 307 Гражданского кодекса, согласно которой в силу обязательства одно лицо (должник) обязано совершить в пользу другого лица (кредитора) определенное действие, как то: передать имущество, выполнить работу, оказать услугу, внести вклад в совместную деятельность, уплатить деньги и т.п., либо воздержаться от определенного действия, а кредитор имеет право требовать от должника исполнения его обязанности. Соответственно, эта конструкция предусматривает в качестве содержания - действия в виде: 1) передать имущество, 2) выполнить работу, 3) оказать услугу, 4) внести вклад в совместную деятельность, 5) уплатить деньги 6) другие действия, 7) воздержаться от определенного действия. То есть содержание современного понятия обязательства шире понятия, сформированного в римском праве, поскольку содержит также такие действия как внести вклад в совместную деятельность, уплатить деньги,

другие действия, а также обязанность воздержаться от определенного действия. При этом в обоих понятиях остается связь между лицами, которая дает право одному из них требовать от другого какого-либо действия или бездействия в его пользу.

Литература

1. Институции Юстиниана. / пер. с латинского Д. Расснера; под ред. Л. Л. Кофанова, В. А. Томсинова, 1988. 400 с.
2. Дигесты Юстиниана. / пер. с латинского; отв. Ред. Л. Л. Кофанов. Т. 6, Полутом 2. М.: Статут, 2005. 564 с.
3. Сальковский К. Институции: Основы системы и истории Римского гражданского права. Киев: Тип. Петр Барский, 1910. 592 с.
4. Цветкова А. А., Алпатов А. А. Жизненная сила римского обязательственного права // Вестник Международного института экономики и права. 2016. №3(24). С. 88-103.
5. Дернбург Г. Обязательственное право / Пер. А. Г. Гойхбарг, Б. И. Элькин; под ред. П. Соколовский. 3-е рус. изд. М., 1911. 490 с.
6. Франчози Дж. Институционный курс римского права / пер. с итальянского языка; под ред. Л. Л. Кофанов. М.: Статут, 2004. 428 с.
7. Муромцев С. А. Гражданское право древнего Рима. М.: Типография А. И. Мамонтова и Ко, 1883. 697 с.
8. Дождев Д. В. Римское частное право / под ред. В. С. Нерсесянца. М.: ИНФРА-М, 1996. 704 с.
9. Санфилиппо Ч. Курс римского частного права / Пер. с итал. И. И. Маханькова; под ред. Д. В. Дождева. М.: Норма, 2007. 464 с.
10. Зом Р. Институции: Учебник истории и системы Римского гражданского права / пер. с немецкого языка Г. А. Барковского. СПб: Издание юридического книжного магазина Н. К. Мартынова, 1910. 495 с.

OBLIGATIONS IN ROMAN LAW: THE ESSENCE AND SYSTEM

D. V. Tabaeva

This work is devoted to the analysis of the essence and system of obligations in Roman law. Roman lawyers associated the nature of the obligation with the presence of "legal shackles", that is, a special connection between the subjects of the obligation relationship, by virtue of which the debtor ceases to be free for a certain time. In the doctrine of Roman law, the essence of an obligation is considered from various aspects: as an "action", as a "debt bond", as an "action related to a part of property" or as a "provision". The following signs of commitment are formulated: lack of dominance over the subject; the conditionality of the personal relationship between the creditor and the debtor, and not the relationship to the property; the completion of the obligation only after the debtor performs a certain action or provides the property to the creditor. It is concluded that the essence of the obligation lies in the legal relationship between the creditor and the debtor, by virtue of which the debtor is obliged to perform certain actions or refrain from them. The classifications of obligations in Roman law are given and such types of obligations as definite obligations and indefinite obligations are named; divisible and indivisible obligations; contractual obligations, non-contractual obligations, obligations from tort and obligations "as if from tort"; obligations with claims and obligations without claims.

Key words: the nature of the obligation in Roman law, the content of obligations in Roman law, the classification of obligations.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024 г.

© Tabaeva D. V., 2024.

Tabaeva Diana Vasil'evna (tabaeva567@gmail.com),

*1st-year student of the Law Institute of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.*

УДК 347.62

ДЕВИАЦИИ В СЕМЕЙНО-ПРАВОВОЙ СФЕРЕ, СОСТАВЛЯЮЩИЕ «ПЕРЕЖИТКИ РОДОВОГО БЫТА»

Е. А. Юдина

В данной работе анализируются обычаи в брачно-семейной сфере, распространённые в различных местностях, с современных позиций: даётся их юридическая квалификация, прослеживаются изменения в правовой регламентации с советского периода до наших дней. Показано, что изначально за следование обычаям, составляющим «пережитки родового быта», была установлена уголовная ответственность, затем это деяние было декриминализовано. Констатируется существование данных обычаев в настоящее время, что подтверждается законодательными инициативами, примерами из жизни, законодательной практикой. Сделан вывод о том, что в настоящее время подобные обычаи влекут, главным образом, семейно-правовую ответственность в виде признания брака недействительным.

Ключевые слова: обычаи в брачно-семейной сфере, принятие и уплата калыма, умыкание, добровольность вступления в брак, признание брака недействительным.

В настоящее время семейное право имеет универсальный характер и затрагивает практически всех членов общества [1, с. 9]. Нормами семейного права установлены условия вступления в брак, порядок заключения и расторжения брака, личные и имущественные права и обязанности супругов. Однако на протяжении долгого времени в период формирования семейного законодательства в нашей стране у различных народов существовали определённые обычаи, которыми они руководствовались в брачно-семейных отношениях.

Наиболее явная борьба с не соответствующими закону обычаями начинается в советское время. Так, на территории Казахстана продолжали действовать местные обычаи, препятствующие осуществлению новых принципов семейного права. Особенно был распространён обычай уплаты калыма, которому противоречили идеи добровольности вступления в брак и свободы развода [2, с. 245]. Советской властью издавались различные декреты в целях «искоренения» этих обычаев, но в силу их привычности населению, они продолжали существовать. Из-за этого при разрешении споров применялось не только писаное, но и обычное право. Так, известен текст телеграммы,

направленный председателем Акмолинской киргизской секции в ревком: «Ввиду поступления в кирсекцию массовых просьб возврата калыма просьба срочно указать, подлежит ли возвращению калым, уплаченный женихом по киргизскому обычаю, в случае нежелания невесты продолжать супружескую жизнь. Должен ли в данное время существовать обычай обязательной уплаты калыма?» [2, с. 245].

Аналогичная ситуация существовала и в Азербайджанской ССР. Брак заключался на основе брачного договора – «кебина», развод («талак») мог быть осуществлён только по желанию мужа. Против этих обычаев властями предпринимались различные меры. Например, председатель отдела записи браков и рождений перед регистрацией брака должен был удостовериться в личности брачующихся, ознакомить их с условиями вступления в брак, а также выяснить, является ли их согласие добровольным и не предпринималось ли в отношении них каких-либо насильственных действий, принуждения или угроз. Однако и здесь население отказывалось от обычаев с большим трудом – данные показывают, что регистрация браков в советских органах практически не применялась [3, с. 214-218].

© Юдина Е. А., 2024

Юдина Елизавета Андреевна (liza.udina@mail.ru),
студентка III курса юридического института Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

В Киргизской АССР особенно остро стоял вопрос о равноправии женщин, которые хотя и получили по закону полное юридическое равенство с мужчинами, но фактически всё ещё находились во власти мужа. В 1928 г. даже образовалось специальное общество «Долой калым и многожёнство» [4, с. 138-139].

Затем за нарушение норм семейного права, вызванное существованием местных традиций, вводится уголовная ответственность. Так, в главу X Уголовного кодекса РСФСР редакции 1926 г. [5], в уголовные кодексы многих союзных республик были включены «Преступления, составляющие пережитки родового быта», основная масса которых была связана с девиациями в семейно-правовой сфере. Затем данные преступления были перенесены в Уголовный кодекс РСФСР 1960 г. [6] в главу 11 под названием «Преступления, составляющие пережитки местных обычаев». Рассмотрим некоторые из них.

Вступление в брак с лицом, не достигшим брачного возраста было широко распространено среди различных народностей и являлось последствием рассмотрения брака как сделки. В основном, данный обычай применялся по достижении 15 лет для мужчин и 13 лет для женщин, однако известны даже случаи заключения брака с младенцами. Уголовный кодекс РСФСР редакции 1926 г. предусматривал за это деяние наказание в виде лишения свободы до двух лет. В Уголовном кодексе РСФСР 1960 г. состав претерпел изменения и перешёл в него как «Заключение соглашения о браке с лицом, не достигшим брачного возраста». Затем деяние было декриминализовано.

Согласно п. 1 ст. 13 современного Семейного кодекса РФ (далее – СК РФ) брачный возраст устанавливается в 18 лет [7]. При несоблюдении этого обстоятельства брак может быть признан недействительным как несоответствующий условиям заключения брака.

Калым – это выкуп за невесту, уплачиваемый её родителям, родственникам или опекунам деньгами, скотом и другим имуществом, а также личным трудом в их пользу [8, с. 16]. Такой обычай превращает брак в сделку купли-продажи, где женщина выступает не субъектом, а объектом. В данном случае необходимо установить: является ли уплата калыма непременным условием вступления в брак и тем

самым «платой» за невесту или же уплата калыма выступает данью традиции. И если второй вариант юридически нейтрален по современному законодательству и не влечёт правовых последствий, то первый – при установлении соответствующих обстоятельств – может образовывать состав преступления «торговля людьми».

На сегодняшний день не может быть признан недействительным т. н. брак по расчёту, то есть корыстные побуждения не являются основанием признания брака недействительным [9, с. 98-99]. В. А. Рясенцев указывает на необходимость отграничения брака по корыстным целям от фиктивного брака. Вступая в первый, лица желают приобрести права и обязанности, но побудительными причинами в данном случае будут не нравственные мотивы, а меркантильные соображения. Такое поведение лишь противоречит нормам морали, но не права [10, с. 144-145]. Ряд учёных рассматривают брак по расчёту в качестве разновидности фиктивного брака, однако эта позиция не имеет законодательного подтверждения.

Двоежёнство и многожёнство есть одновременное состояние в брачных отношениях с двумя или более женщинами [8, с. 47]. В настоящее время уголовная ответственность за это деяние устранена и предусмотрена лишь семейно-правовая. Согласно ст. 14 СК РФ не допускается заключение брака между лицами, из которых хотя бы одно лицо уже состоит в другом зарегистрированном браке. Наличие обстоятельств, препятствующих заключению брака, является основанием для признания брака недействительным.

Принуждение женщины к вступлению в брак заключается в невозможности последней вступить в брак по своему желанию. Согласие жениха и невесты на вступление в брак являлось лишь формальностью и обязательным не было. Существуют разновидности данного обычая, одним из которых является «каршалык». Он состоял в заключении соглашения между двумя группами родственников о вступлении между собой в брак их детей или близких родственников с тем, что каждая группа предоставляет для другой одинаковое число женихов и невест [8, с. 31-33]. Это деяние перестало быть уголовно наказуемым, однако перешло в разряд важнейших

принципов семейного права. Согласно п. 1 ст. 12 СК РФ для заключения брака необходимы взаимное добровольное согласие мужчины и женщины, вступающих в брак.

Похищение женщины (умыкание) являлось одной из форм вступления в брак. В основном, осуществлялось представителями господствующих классов с ведома родителей девушки, однако возможны были случаи насильственного похищения [11, с. 53-55]. Сегодня захват, перемещение и удержание лица без его воли образуют уголовно наказуемый состав «похищение человека». Соблюдение же обычая похищения невесты с её согласия правонарушения не составляет и является юридически безразличным.

Талак (развод) рассматривался во многих местностях как одностороннее действие со стороны мужа [12, с. 48]. Женщина права развода не имела; но мужчине стоило только произнести слово «талак» и развод считался состоявшимся [13, с. 9]. В современном семейном праве при отсутствии согласия одного из супругов расторжение брака производится в судебном порядке. Кроме того, согласно ст. 17 СК РФ муж не имеет права без согласия жены возбуждать дело о расторжении брака во время беременности жены и в течение года после рождения ребёнка.

Аменгерство – это переход вдовы по наследству к родному брату покойного или к ближайшему родственнику мужа. Через год после смерти мужа жена была обязана выйти замуж за одного из братьев умершего. Возник как мера предотвращения дробления хозяйства и сохранения рабочей силы [11, с. 57]. Данный обычай также противоречит принципу добровольности брачного союза, поскольку основан на принуждении. Поэтому ответственность за деяние – семейно-правовая в виде признания брака недействительным как нарушающего условия заключения брака (п. 1 ст. 27 СК РФ).

Сопроотивление вовлечению женщин в учёбу, производство и общественную жизнь состоит в противодействии фактическому раскрепощению женщины и строится на основе рассмотрении женщины как существа бесправного, единственным назначением которого является угождение и послушание мужу и деторождение [8, с. 51]. Согласно ч. 3 ст. 19 Конституции РФ [14] мужчина и женщина

имеют равные права и свободы и равные возможности для их реализации. Ответственность за дискриминацию, т. е. нарушение прав, свобод и законных интересов человека и гражданина в зависимости в т. ч. от пола предусмотрена и уголовным законом.

Проблема семейно-правовых девиаций, составляющих «пережитки родового быта», не ушла в прошлое и до сих пор является актуальной. Так, в 2005 г. депутаты Народного собрания Республики Ингушетия внесли в Государственную Думу законопроект, в котором предложили дополнить статью 126 Уголовного кодекса РФ «Похищение человека» отдельным составом «Похищение женщины с целью вступления в брак». В пояснительной записке говорилось: «законодатель при разработке Уголовного кодекса РФ 1996 г. не включил данный состав преступления [имеется в виду ст. 233 Уголовного кодекса РСФСР «принуждение женщины к вступлению в брак или воспрепятствование вступлению в брак»] в новый уголовный закон, руководствуясь, по-видимому, фактом распространения похищений с обозначенным мотивом на ограниченной части территории Российской Федерации, а именно: в республиках Северного Кавказа... В результате, правоохранительные органы указанных республик не могут привлекать похитителей к ответственности. Потерпевшая же сторона, не найдя защиты у государства, часто пытается своими силами возместить ущерб от нанесенного оскорбления, а именно так расценивается похищение женщины местными обычаями. Это создает реальную угрозу внесудебного разрешения конфликта, в результате чего могут пострадать невинные (например, родственники похитителя или похищенной)» [15]. Данное предложение появилось не на пустом месте и явно говорит о существовании этой проблемы.

Стал широко известен случай похищения Аминат Махмудовой – 19-летней студентки из Эстонии, которая приехала в Республику Дагестан, где была похищена и на протяжении девяти дней удерживалась в целях принуждения вступления в брак [16]. После громкого скандала и работы правоохранительных органов, а также дипломатических представительств, которые были привлечены для защиты интересов гражданки Эстонии,

А. Махмудова была освобождена и возвращена родственникам.

Представителями общественного мнения обычаи в брачно-семейной рассматриваются по-разному. Президент Чеченской Республики Р. А. Кадыров многократно отмечал, что обычай похищения невесты – это «позор» и «стыд», «не традиция, а преступление» [17]. Однако определённая часть общества поясняет, что «этот обычай предков пережил века, и похитить невесту на Кавказе никогда не считалось преступлением. Это скорее демонстрация ловкости и отваги» [17]. Другие считают: «похищения девушек с целью женитьбы — серьезная проблема для Чечни... часто бывает, что в разговорах с женщинами проскальзывает: «Когда меня похитили замуж...». Это рутина» [18].

Иногда «пережитки родового быта» встречаются и на законодательном уровне субъектов РФ. Например, в 1999 г. в Республике Ингушетия был принят Закон «О регулировании некоторых вопросов семейно-брачных отношений в Республике Ингушетия», фактически допустивший многожёнство. Согласно ст. 2 данного закона «В Республике Ингушетия допускается заключение гражданами мужского пола до четырёх браков с лицами женского пола, не состоящими в браке» [19]. Норма была отменена как не соответствующая федеральному законодательству решением Верховного Суда Республики Ингушетия от 13 июля 2000 г., оставленным в силе Определением Верховного Суда РФ от 18 сентября 2000 г. [20]. Стоит отметить, что отмена данного законоположения произошла спустя почти год после его принятия. Отсюда встаёт вопрос – что произошло с теми браками, которые были «заключены» в период действия нормы о многожёнстве? Какая из жён будет признаваться законной – первая или последующие, если брак с каждой из них был зарегистрирован на основании этого закона? Каких-либо разъяснений по этому поводу республиканским законодателем дано не было. Представляется, что вопрос в этом случае должен решаться на основании позиции Верховного Суда, высказанной им в Обзоре судебной практики по делам о признании брака недействительным, утверждённом Президиумом Верховного Суда РФ 14.12.2022 [21]. В п. 4 этого Обзора описана

ситуация, в которой в заявлении о государственной регистрации заключения брака и в актовой книге содержатся поддельные подписи. Верховный Суд указал, что не может быть признан недействительным брак, который юридически не состоялся. Эти обстоятельства являются основанием для исключения актовой записи о регистрации брака.

Интересно заметить, что после внесения изменений в Закон «О регулировании некоторых вопросов семейно-брачных отношений в Республике Ингушетия», ст. 2 стала выглядеть следующим образом: «Граждане Республики Ингушетия имеют право на вступление в брак и построение семейных отношений на основе действующего законодательства и с учетом национальных традиций и обычаев» [22]. В настоящее время данный закон отменён.

Инициатива о введении многожёнства была внесена Президентом Республики и в Государственную Думу. Законопроектом предлагалось в статью 14 Семейного кодекса после слов «в другом зарегистрированном браке» включить слова «, если иное не установлено законом субъекта РФ» [23]. То есть субъектам РФ планировалось предоставить право вводить многожёнство на своей территории. Законопроект был отклонён.

Таким образом, девиации в семейно-правовой сфере, связанные с феодально-родовыми обычаями, в разные периоды времени рассматривали различные виды ответственности. В годы советской власти преимущественно за них была установлена уголовная ответственность. На сегодняшний день эти действия либо (в самых крайних формах) уголовно наказуемы, либо (в большинстве случаев) влекут семейно-правовую ответственность, либо являются юридически безразличными (в случае, если соблюдение обычая выступает данью традициям и никаких последствий не влечёт). Причём семейно-правовая ответственность выражается чаще всего в признании брака недействительным, поскольку следование вышеперечисленным обычаям, в основном, влечёт за собой принуждение к вступлению в брак. Порок воли как нарушение одного из условий вступления в брак является одним из оснований для признания его недействительным. Именно эта санкция представляется наиболее целесообразной для семейно-правовых девиаций, составляющих «пережитки родового быта».

Принципы, кажущиеся сегодня очевидными, складывались долгие годы посредством закрепления их в уголовном, семейном законодательстве; многие из них установлены Конституцией. Ввиду того, что проявления феодально-родовых обычаев в семейной сфере имеет место и в настоящее время, внимание к данным принципам должно быть особо повышено. Современные положения семейного права в полной мере соответствуют требованиям демократического правового государства, а семейно-правовая ответственность эффективно обеспечивает их реализацию.

Литература

1. Нечаева А. М. Семейное право: учебник для бакалавриата. М.: Юрайт, 2019. 294 с.
2. История государства и права Советского Казахстана / под ред. С. З. Зиманова, М. А. Биндера. Алма-Ата: Издательство Академии наук Казахской ССР, 1961. Т. 1. 447 с.
3. История государства и права Азербайджанской ССР / под ред. Халафова М. С. Баку: Издательство Академии наук Азербайджанской ССР, 1964. 313 с.
4. Нурбеков К. История государства и права Киргизской ССР (1918-1936): учебное пособие. Ч. 2. Фрунзе: Киргизский государственный университет, 1970. 150 с.
5. Постановление ВЦИК от 22.11.1926 «О введении в действие Уголовного Кодекса Р.С.Ф.С.Р. редакции 1926 года» (вместе с «Уголовным Кодексом Р.С.Ф.С.Р.») // «СУ РСФСР», 1926, № 80, ст. 600.
6. Уголовный кодекс РСФСР (утв. ВС РСФСР 27.10.1960) // «Ведомости ВС РСФСР», 1960, № 40, ст. 591.
7. Семейный кодекс Российской Федерации от 29.12.1995 № 223-ФЗ (ред. от 28.04.2023) // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8982/ (дата обращения: 01.11.2023).
8. Дурманов Н. Д. Преступления, составляющие пережитки родового быта. М.: Юридическое издательство НКЮ СССР, 1938. 70 с.
9. Семейное право: учебник / под общ. ред. Е. В. Вавилина. М.: Проспект, 2023. 440 с.
10. Рясенцев В. А. Семейное право. М.: «Юридическая литература», 1971. 296 с.
11. Жакипова А. Ж. Развитие брачно-семейных отношений в Казахстане. Алма-Ата: Издательство «Казахстан», 1971. 179 с.
12. Асадов А. Семейное право (по материалам Азербайджана). Баку, 1959. 223 с.
13. Арипов Д. С. Борьба с преступлениями составляющими пережитки феодального быта и некоторые вопросы квалификации. Душанбе, 1962. 49 с.
14. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 28.05.2024).
15. Официальный сайт Системы обеспечения законодательной деятельности. URL: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/159515-4> (дата обращения: 26.05.2024).
16. Информационный портал газеты «Известия». URL: <https://iz.ru/news/316259> (дата обращения: 26.05.2024).
17. Интернет-портал «Российской газеты». URL: <https://rg.ru/2010/10/07/shtraf.html> (дата обращения: 26.05.2024).
18. Интернет-портал «Газета.Ру». URL: https://www.gazeta.ru/politics/2010/10/06_a_3426247.shtml?updated (дата обращения: 26.05.2024).
19. Закон Республики Ингушетия от 2 августа 1999 г. № 19-РЗ «О регулировании некоторых вопросов семейно-брачных отношений в Республике Ингушетия // СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/34300560/741609f9002bd54a24e5c49cb5af953b/> (дата обращения: 26.05.2024).
20. Определение Верховного Суда РФ от 18.09.2000 N 26-Г00-5 // СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/5798279/> (дата обращения: 26.05.2024).
21. Обзор судебной практики по делам о признании брака недействительным (утв. Президиумом Верховного Суда РФ 14.12.2022) // Бюллетень Верховного Суда РФ, № 3, март, 2023.
22. Закон Республики Ингушетия от 02 августа 1999 года N 19-РЗ «О регулировании некоторых вопросов семейно-брачных отношений в Республике Ингушетия» (с изм. от 28.02.2001) // URL: <https://docs.cntd.ru/document/802045395> (дата обращения: 26.05.2024).

23. Официальный сайт Системы обеспечения законодательной деятельности. URL: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/99074279-2> (дата обращения: 26.05.2024).

DEVIATIONS IN THE FAMILY LEGAL SPHERE, WHICH CONSTITUTE THE “REMNANTS OF ANCESTRAL LIFE”

E. A. Yudina

This work analyzes the customs in the marriage and family sphere, common in various localities, from a modern perspective: their legal qualification is given, changes in legal regulation from the Soviet period to the present day are traced. It is shown that initially criminal liability was established for following customs that constitute "remnants of ancestral life", then this act was decriminalized. The existence of these customs is stated at the present time, which is confirmed by legislative initiatives, real-life examples, and legislative practice. It is concluded that at present such customs entail, mainly, family legal responsibility in the form of recognition of marriage as invalid.

Key words: customs in the marriage and family sphere, acceptance and payment of kalym, stealing, voluntary marriage, recognition of marriage as invalid.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

УДК 621.45.044.2

МЕТАФОРЫ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ АНДРЕЯ ПЛАТОНОВА (НА ПРИМЕРЕ РОМАНА «ЧЕВЕНГУР»)

Д. М. Бреднева, Н. Ю. Темникова

В статье рассматривается функционирование метафор в художественном языке А. Платонова. В качестве объекта анализа выбран роман «Чевенгур» – произведение, которое литературоведы считают «единственным завершённым романом» А. Платонова и относят к числу самых значимых его сочинений. В ходе анализа было выяснено, что автор создает целую систему многообразных и интересных метафорических образов, анализ которых позволяет увидеть важнейшие черты авторского миропонимания и философского восприятия действительности. В целом, можно утверждать, что проанализированные образные единицы своей семантикой и формой способствуют динамизму описываемого в романе мира, его нахождению в постоянном движении, изменении, позволяют привлечь внимание к его характерным чертам.

Ключевые слова: метафора, образ, метафорическая модель, художественный язык, индивидуально-авторская картина мира, А. Платонов, «Чевенгур».

Настоящая статья посвящена анализу метафорических средств, функционирующих в художественном языке А. Платонова. В качестве объекта исследования выбран роман «Чевенгур» – произведение, которое литературоведы считают «единственным завершённым романом» А. Платонова и относят к числу самых значимых его сочинений [1].

На систему метафорических образов у Платонова обращали внимание многие исследователи. Так, Н. А. Кожевникова, отмечая связь языка А. Платонова с литературной эпохой двадцатых годов XX в. [2], указывает на то, что в его творчестве этого времени воплощается идея заумного языка, которая характеризуется наложением разнотипных тропов. Именно следованием этой традиции объясняются активно используемые А. Платоновым словосочетания, компоненты которых в обычной речи не соединяются. Н. А. Кожевникова называет их синэстетическими, объединяющими результаты восприятия действительности разными органами чувств:

душиная тишина хаты; теплая тишина тьмы; прохладная прозрачность; звон белого солнца. Много среди подобных примеров сочетаний с цветовыми прилагательными: *чистые, голубые, радостные сны видел он; синяя тишина, черная тишина; серый покой тихой комнаты, синее лето.* Также Н.А. Кожевникова выделяет сквозные образы, связывающие разные планы изображения в «Чевенгуре», такие, как, например, *озеро, сирота* и т.д.

В качестве ключевой темы платоновских произведений исследователи называют представления о человеке и его месте в изменяющемся мире [3]. Свое языковое выражение эта тема находит, в частности, в использовании метафор-определений, связанных с революционно-производственным пафосом эпохи, который воспринимается автором с недоверием и иронией [3, с. 124].

Классификацию метафор у А. Платонова с точки зрения их морфологической природы предлагает О. В. Семенова [4]. Особое

© Бреднева Д. М., Темникова Н. Ю., 2024

Бреднева Дарья Максимовна (bredneva.dascha@yandex.ru),

студент III курса факультета филологии и журналистики Самарского университета,
Темникова Наталья Юрьевна (temnatasha@mail.ru),

доцент кафедры русского языка и массовой коммуникации Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

внимание она обращает на глагольные и именные метафоры, выделяя среди последних «генитивные» типа *старость природы, сон мира, уничтожение надежды, пустота рассвета* и т. д., [4, с. 170]. Именно они, по мысли исследовательницы, выражают мысли и идеи, характерные для творчества А. Платонова в целом.

М. Ю. Михеев замечает, что «платоновский рассказчик и его герои как будто отказываются воспринимать устойчивые языковые сочетания, принятые обороты речи, каждый раз порождая их смысл как бы заново [5, с. 212]. Подтверждая это, О. В. Семенова в своей работе приводит пример перерождения метафорического сочетания, уже утратившего свою образность в языке, в исходное сочетание слов с прямым значением. Здесь происходит актуализация «внутренней формы» языковой единицы: например, словосочетание *теплые глаза* в значении «глаза, выражающие душевную теплоту», нередко встречающееся в произведениях русских классиков, в тексте Платонова употребляется в своем исходном значении: «дающие тепло» («...он почувствовал холод на веках и закрыл ими теплые глаза»). У Платонова появляются сочетания *безвыходное тепло* («От своего безвыходного тепла девочка стала вся смуглой») и *безвыходная кровь* («...у того надулось лицо безвыходной кровью») - по аналогии с не имеющим метафорической образности сочетанием *безвыходное положение* (в значении «безысходный, безнадежный» [4, с. 173].

М. А. Султанова и Н. С. Жамашева в своей статье «Особенности метафоричности языка Андрея Платонова» [6] пишут о том, что метафора в платоновских текстах не воспринимается как троп, а создает своеобразную иносказательную форму речи, уникальную речевую манеру (так называемые «платонизмы»). Авторы статьи приводят в качестве примера платоновскую метафору «страх совести». По их мнению, здесь сочетаются разные по семантике слова «страх» и «совесть», которые вместе воплощают довольно запоминающийся, хотя и парадоксальный образ. Слово «страх» обозначает испуг, боязнь, а «совесть» – чувства справедливости, чести, достоинства. Но при этом исследователи находят что-то общее в этимологии этих слов: это боязнь наказания, стремление следовать

каким-то табу, установленным человечеством за длительный период своего существования. Таким образом, они приходят к выводу, что в глубине человеческого сознания эти понятия близки и имеют общие корни.

Обобщая сказанное, можно утверждать, что все исследователи приходят к выводу о связи у Платонова необычных, причудливых метафорических образов с желанием вложить в язык дополнительные смыслы, выразить глубинную семантику языка. Это помогает писателю решить конкретную художественную задачу – сконструировать свою уникальную картину мира.

Результаты исследования

В процессе исследования было проанализировано 315 метафорических единиц, зафиксированных нами в тексте романа «Чевенгур». Их анализ показывает, что состав использованных А. П. Платоновым метафорических образов чрезвычайно многообразен.

Наиболее многочисленными являются анимистические и антропоморфные образы. Чаще всего они характеризуют в произведении явления природы и механизмы, в основном машины. Одними из самых распространенных в этой группе являются образы физиологических процессов, в частности образы жизни и смерти, которые неразрывно связаны. Интересно, что метафоры смерти значительно преобладают, нередко они пересекаются с другими группами образов. Возможно, такое частое использование образа смерти отражает состояние мира в «Чевенгуре»: природа показана умирающей, изможденной. Так, в начале романа многократно упоминается ужасная жара, которая приводит к смерти всего живого вокруг, ведь земля без дождей становится сухой, не способной дать жизнь растениям. Можно сказать, что этот образ воплощает в себе мысль о разрушении мира: *Кладбище было укрыто умершими листьями – засохшими; Саша испуганно глядел в пустоту степи; высота, даль, мертвая земля – бесплодная, пустынная; Кондаев любил старые плетни, ущелья умерших пней – сгнивших; Он сочувствовал появлению мертвой травы – засохшей, увядшей. А метафоры жизни очень часто связаны с машинами: один из основных героев представляет их наполненными*

жизнью в результате человеческой деятельности, труда, ср.: *Это гудела далекая машина, живой работающий паровоз; ...готовое изделие - то, во что превратилось посредством труда человека и что дальше продолжает жить самостоятельной жизнью; Наставник отлично знал, что машины живут и движутся скорее по своему желанию, чем от ума и умения людей; люди здесь ни при чём.*

Но очеловечивание неодушевленных предметов происходит и с помощью других образов – например, эмоционального состояния машины (поезда или паровоза), что обычно связано с передачей значения скорости, интенсивности работы: *Бешеные железнодорожные поезда – быстрые, чрезмерные по силе, интенсивности проявления; Потом паровоз опять тонул в темную глушь будущего пути и в ярость полного хода машины – интенсивность проявления.*

Отметим, что с обозначением скорости в романе связана и другая продуктивная метафорическая группа – метафоры, в основе которых лежит образ перемещения в пространстве. Этот образ тоже служит для очеловечивания механизма (поезда): *Бегут поезда; Спешащие вслед вагоны; Эшелон медленно пополз назад; Сияние прожекторов бегущих паровозов.*

Образы речи используются для описания как природного, нерукотворного мира, так и мира искусственного, созданного человеком: *Паровоз хотя и молчал, но Захар Павлович его слышал; Захар Павлович не обратил внимания на отраду природы, его разволновал неизвестный смолкший паровоз; ...их торжественный звон сжался в низких норах и замедлился в шепот; Забормотали травы и кустарники.* Здесь выделяются образы, связанные с музыкой, мелодичностью: они чаще обозначают явления природы: *Захар Павлович вышел наружу и постоял во влаге теплого дождя, напевающего про мирную жизнь, про обширность долгой земли; ...лес пел всею гущей своего голоса, пропускающая утренний ветер под исподнюю листву.*

Образ тела также используется для описания природы, что еще более углубляет ее связь с людьми, которые, как и она, терпят многие невзгоды и беды, связанные с нестерпимым зноем: *...поэтому травы в лощинах растут горбатыми, готовыми склониться и*

пропустить через себя беду; ...дождь, не отдохнув, снова вставал на ноги, разбуженный щекочущей теплотой, и собирал свое тело в облака; Из окна губисполкома были видны босые, несеяные поля...

Часто встречаются в произведении природные образы, они передают самые разные значения, поэтому отдельно отметим лишь некоторые из них. Так, образ воды воплощает эмоциональные состояния героев: *В полудетской грустной душе, не разбавленной успокаивающей водой сознания; ...от прилива какой-то освидрившей крепости внутренней жизни, похожей на молодость и на предчувствие гремящего будущего; Скука утомления сушила его внутренности, трение тела совершалось туже – без влаги мысленной фантазии.* А, например, образ ландшафта эксплицитно фиксирует некоторое совпадение, отождествление, несмотря на всю свою разность, человеческого и природного миров: ср. использование лексемы *ущелье*, которая обозначает полость внутри чего-то: *...по одной жиле, похожей на дерево, можно чувствовать, как бьется где-то сердце, с усилием прогоняя кровь сквозь узкие обвалившиеся ущелья тела; Кондаев любил старые плетни, ущелья умерших пней, всякую ветхость, хилость и покорную, еле живую теплоту.*

Уже упомянутый нами образ перемещения и положения в пространстве также указывает на явления природного мира, которые очень важны в романе: *Бывали, конечно, полые воды, падали душевные ливни, захватывал дыхание ветер, но больше действовала тихая, равнодушная жизнь – речные потоки, рост трав, смена времен года; Сквозь туманы выбиралось солнце и медленно грело сырую остывшую землю; Земля была недостижима и уходила, как живая...; Вправо осталась церковь, а за ней – чистое знаменитое поле, ровное, словно улегшийся ветер.* Образную характеристику перемещения в пространстве в романе получают такие понятия, как «горе» и «жизнь»: *Он увидел, что время – это движение горя и такой же осязательный предмет, как любое вещество, хотя бы и негодное в отделку; А горе человека идет по ходу солнца; вечером оно садится в него, а утром выходит оттуда; Жизнь его шла безотвязно и глубоко, словно в теплой тесноте материнского сна; ...куда непрестанно, ежедневно входит, а*

потом выходит жизнь, не задерживаясь, не усиливаясь... Таким образом, эти два явления как бы ассоциативно приравниваются друг к другу, ведь оба совершают некоторое «движение, ход», влияющие на человека.

Образ физического воздействия на объект обладает негативной коннотацией. Его воплощают в романе переходные глаголы типа «заставлять» (принуждать действовать против воли), «давить», «душить», «сушить» и т. п., указывающие на причинение ущерба, вреда объекту: *Под напряженным солнцем, заставившим почву гореть и дымить пылью, Кондаев улыбался; ...сжалась полная давящая обида – он чувствовал ее до горла; ...зимой их тяжело и душно захлобучивает снег; Скука утомления сушила его внутренности; Паровоз трепетал от напряжения и размахивал всем корпусом, ища возможности выброститься под откос от душащей его силы.*

Образы чувственного восприятия характеризуют эмоциональное состояние персонажей, восприятие ими природы и мира в целом. Так, один из самых частых образов – осязательный, выражающийся лексемой «тёплый». Этот образ обладает ярко выраженной положительной коннотацией: он обозначает нечто приятное, дающее чувство безопасности: *Тот теплый туман, в котором покойно и надежно жил Захар Павлович, сейчас был разнесен чистым ветром...; Теплая тишина тьмы заслонила зрение Дванова; Разбуженный щекощущей теплотой; Жизнь его шла безотвязно и глубоко, словно в теплой тесноте материнского сна.* Звуковые образы обычно описывают состояние природы, погоду: *Саша поднимал кольцо в мокрой траве, а этим кольцом громко бил его по голове горбатый – под треском рассыхающегося неба; ... из трещин которого вдруг полился черный дождь, – и сразу стало тихо: звон белого солнца замер за горой на тонущих лугах; Наконец Дванов неожиданно забылся и проснулся в тусклом свете утра, когда по крыше мягко шелестел скучный долгий дождь; Наставник и Захар Павлович вышли на вечерний звучный воздух и пошли сквозь строй остывших паровозов.* Примечательно в этой группе использование лексемы «тихий», который имеет значения чего-то приносящего покой: *Захар Павлович слишком утомился и действительно предчувствовал свою тихую смерть; ...но больше действовала*

тихая, равнодушная жизнь – речные потоки, рост трав, смена времен года; – Наставник вспомнил, где он видел эту тихую горячую тьму: это просто теснота внутри его матери...; ...он гибнет в тихом прахе мягкой почвы, и Александр хватался за грудь, чтобы удержать сердце от страха.

Заключение

Анализ собранного материала позволяет сделать вывод о том, что состав использованных А. П. Платоновым метафорических образов многообразен и интересен для исследования. Можно утверждать, что метафоры в романе «Чевенгур» образуют определенную систему, передающую художественную картину мира произведения. Наиболее продуктивными из них являются анимистические, антропоморфные и природные образы, а также образы положения и перемещения в пространстве, чувственного восприятия и звука. В целом, можно сказать, что большая часть метафорических образов в романе А. Платонова «Чевенгур» направлена на описание природы, механизмов (машин) и эмоционального состояния героев. Интересно, что антропоморфные метафоры преимущественно описывают неодушевленные предметы, а природные часто характеризуют человека, его внутренний мир, сознание.

Также важно отметить, что большая часть проанализированных образных единиц относится к группе глагольных и адъективных метафор, что объясняется динамизмом описываемого в романе мира, его нахождением в постоянном движении, изменении, вниманием к его характерным чертам.

Литература

1. Кормилов С. И. История русской литературы XX века (1920-1990-е годы): основные тенденции. М.: Юрайт, 2024. 190 с.
2. Кожевникова Н. А. Превращения слова в прозе А. Платонова. Приметы эпохи в языке платоновской прозы // Русский язык. 2002. № 48. URL: <https://rus.1sept.ru/article.php?ID=200204804> (дата обращения 01.06.2024).
3. Садовников С. А. Художественные функции метафор-определений и подмены понятия в произведениях А. П. Платонова // Ярославский педагогический вестник. 2014. №1. С. 123-127.

4. Семенова О. В. Особенности и функция тропов в повести А. Платонова «Котлован» // Ученые записки Орловского государственного университета. 2014. № 4. С. 170-173.
5. Михеев М. Ю. О поэтике Платонова и предпочтении метонимий метафорам // Philologica. 2012. Vol. 9. № 21/23. P. 205–217.
6. Султанова М. А., Жамашева Н. С. Особенности метафоричности языка Андрея Платонова. URL: <https://arch.kyrlibnet.kg/uploads/28.Cyitanova%20M.pdf> (дата обращения 01.06.2024).

METAPHORS IN THE ARTISTIC LANGUAGE OF ANDREI PLATONOV (USING THE EXAMPLE OF THE NOVEL “CHEVENGUR”)

D. M. Bredneva, N. Yu. Temnikova

The article examines the functioning of metaphors in the artistic language of A. Platonov. The novel "Chevengur" was chosen as the object of analysis – a work that literary critics consider to be the "only completed novel" by A. Platonov and is considered one of his most significant works. During the analysis, it was found out that the author creates a whole system of diverse and interesting metaphorical images, the analysis of which allows us to see the most important features of the author's worldview and philosophical perception of reality. In general, it can be argued that the analyzed figurative units, by their semantics and form, contribute to the dynamism of the world described in the novel, its being in constant motion, change, and allow drawing attention to its characteristic features.

Key words: metaphor, image, metaphorical model, artistic language, individual author's picture of the world, A. Platonov, “Chevengur”.

Статья поступила в редакцию 01.06.2024 г.

УДК 81

ФРАЗЕОЛОГИЯ ФРАНЦУЗСКОГО ЯЗЫКА В СФЕРЕ IT

К. Е. Володько, Л. П. Меркулова

Фразеология представляет собой уникальный и интересный аспект языка, который отражает культурные и исторические контексты, в которых развивался данный язык. Французские идиомы, как и любые другие, часто содержат метафорические значения, которые могут быть непростыми для понимания для носителей других языков. В области информационных технологий, как и в других сферах знания, существуют специфические фразеологизмы, которые используются для описания процессов, алгоритмов и различных технических аспектов. Их использование помогает техническим специалистам, программистам и разработчикам эффективно обмениваться информацией и лучше понимать друг друга.

В статье рассмотрены возможности использования французских идиом в сфере информационных технологий. Исследование включает в себя классификацию французских фразеологизмов, описание наиболее часто употребляемых идиом в IT, их происхождение и возможные варианты перевода на русский и английский языки.

Ключевые слова: фразеологизмы, идиоматика, перевод, лингвистика, фразеологические единицы, способы перевода.

Одной из главных задач изучения фразеологии является определение ее предмета. Фразеология в научной литературе формулируется как совокупность фразеологических единиц рассматриваемого языка, или фразеологический состав.

Основа для изучения фразеологии была положена в XX веке в 60–80 годы. В этот период возникло множество отечественных трудов по этой дисциплине. Большую роль в развитии фразеологии сыграли В. Н. Телия, Ю. Ю. Авалиани и др. Фразеологизм является устойчивым сочетанием слов, оборотов речи. Термин “фразеологизм” зародился в 1940-х годах. Фразеологизм происходит от двух греческих слов: “*phrasis*” – выражение, “*logos*” – учение [1]. Основную терминологию и особенности фразеологизма определил русский ученый В. В. Виноградов.

Фразеология в IT-сфере представляет собой устойчивые выражения, связанные с информационными технологиями. Она основана на терминологии узкого круга, содержит в себе множество терминов и символов для описания информационных процессов. Данная

отрасль фразеологии стала изучаться лингвистами в 90-х годах XX века, когда началось активное освоение информационных технологий и внедрение компьютера в разные сферы деятельности человека [2, с.7–10].

В настоящее время весь мир сосредоточен вокруг сферы наук в области технологий, IT. Человек нашего времени не может представить себя без Интернета и нововведений, представленных человечеству. Таким образом, в современном мире фразеология IT-сферы становится все более важной и актуальной. Ценность изучения фразеологизмов и идиом, как их подтипа, – это прежде всего культурная составляющая. Идиомы отражают особенности национальной культуры, истории Франции. Через изучение идиом познающие французский язык могут лучше понять привычки, традиции и ценности французского народа. Изучение идиом, связанных с компьютерной сферой, позволяет лучше погрузиться в рабочую сферу, узнать больше о развитии IT-сферы во Франции, почерпнуть больше новых слов.

В своём исследовании мы обратимся к

© Володько К. Е., Меркулова Л. П., 2024

Володько Ксения Евгеньевна (*princpersik1@yandex.ru*),

студент II курса института информатики и кибернетики Самарского университета,

Меркулова Людмила Петровна, (*lpm1r@yandex.ru*),

заведующий кафедрой иностранных языков и русского как иностранного,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

фразеологическим высказываниям как к одной из составляющих компьютерного подязыка. Материалом для исследования послужили устойчивые сочетания слов, выписанные из словаря-практикума “Фразеологизмы французского языка” В. Бардоши, Ш. Эттингер, С. Штельтинг, Е. Бутина, интернет-словарей.

Условия и методы исследования

Корпусом материала исследования послужили наборы франко-, русско- и англоязычных фразеологизмов в технологической сфере, появившиеся на стыке XX и XXI веков. В работе применяется метод сравнительного анализа выражений в соответствии с их составом, лексическим и фактическим значениями.

Происхождение фразеологизмов в IT-сфере

Следует отметить, что для французской фразеологии в целом большое влияние имеют литература, искусство и история. Происхождение недавно начавших зарождаться фразеологизмов в IT-сфере не имеет связи с культурным наследием страны. Сильное влияние на фразеологию в технологической отрасли имеют наследие и заимствование большинства выражений из английского языка. Процесс заимствования многогранен:

1) Заимствование фразеологизмов без их перевода: *réalité virtuelle* (с англ. – *virtual reality*(VR)) – виртуальная реальность, подобие окружающего мира, созданное с помощью компьютера[3]; *hard reboot* (от англ. – *hard reboot*) – хард ребут, жёсткая перезагрузка компьютера[3] (вынесение блока питания из розетки и возвращение обратно) [4, с.120–121].

2) Перевод английского термина: *manche à balai* (от англ. – *joystick* [3]) – джойстик, координатный рычаг; *poigne* (от англ. – *StrongARM* [3]) – процессор.

3) Фразеологическая калька – устойчивое сочетание слов, возникшее в результате пословного перевода иноязычного фразеологизма [4, с.116–120]: *gascourci clavier* (от англ. *hot keys*) – горячая клавиша, т.е. комбинация клавиш вызова функций; *mémoire externe* (от англ. *external memory*) – память, предназначенная для длительного хранения программ и данных.

4) Фразеологическая полукалька – это

полуперевод-полузаимствование иноязычного фразеологического оборота [4, с.120]: *menu en incrustation* (от англ. *popup menu*) – всплывающее меню, которое появляется при нажатии на команду.

Несмотря на большое количество заимствований французских фразеологизмов от англоязычных терминов, французский компьютерный подязык не является обычным подражанием. Переосмысление общеупотребительных слов и создание на их основе лексических единиц с двойным смыслом, соотнесённых с далёкими по значению словами, широко развито во фразеологии французского языка.

Классификация фразеологизмов

В. В. Виноградов, один из видных советских лингвистов, значительное внимание уделил изучению фразеологизмов и их классификации. В своих работах он выделял несколько типов фразеологизмов, среди которых основные – сращения, единства и сочетания [5].

1) Фразеологические сращения, или идиомы – это устойчивые словосочетания, в которых слова могут менять свои формы, но сохраняют общий смысл. В. В. Виноградов отмечал: “Сращения представляют собой такие фразеологизмы, которые обладают внутренней целостностью, и их значение не может быть выведено из значений составляющих” [5, с.145–148]. В русском языке иллюстрирует категорию фразеологические сращения идиома “бэкап данных” (резервное копирование данных), которая используется для обозначения процесса создания резервной копии информации. Во французском языке примером фразеологического сочетания можно считать выражение “*champ lexical*” (лексическое поле) [6], что лексически означает совокупность слов, образующих единую терминологическую группу. Эта идиома используется в научных исследованиях, при анализе текстов.

2) Фразеологические единства – это лексически неделимые обороты, общее значение которых в какой-то мере уже мотивировано переносным значением слов, составляющих данный оборот. Отличительными признаками фразеологических единств являются возможность “понимания” значения как в прямом, так и в переносном смысле. В. В. Виноградов подчеркивал: “Единства остаются семантически

прозрачными, чем и объясняется их высокая степень восприятия носителями языка” [5, с. 148–150].

Рассмотрим выражение “гнутое железо” из русского языка, означающее плохо работающее аппаратное обеспечение. Это выражение отлично “уживается” и с прямым значением (т.е. буквально гнутое железо), и со значением переносным, с которым мы уже знакомы. Каждое из перечисленных выражений имеет омонимическое свободное сочетание слов, но содержание фразеологического единства составляет его переносное, метафорическое значение.

Во французском языке выражение “ordinateur portable” составлено из слова “ordinateur” (компьютер) и “portable” (портативный), что даёт в конечном итоге словосочетание, которое мы также можем употреблять как в прямом (портативный компьютер), так и в переносном смысле (ноутбук).

3) Фразеологические сочетания – это устойчивые обороты, значение которых полностью зависит от значения составляющих их компонентов. Иными словами, такие фразеологизмы сохраняют относительную семантическую самостоятельность, проявляя свое значение в предельно замкнутом кругу слов. Как правило, в таких фразеологизмах мы можем выделить постоянный член, который не меняется, это своеобразная основа выражения, и член переменный, т.е. способный изменяться, варьироваться. Например, выражение “сбросить на диск” может выглядеть как “скинуть на диск”, “отправить на диск” и др. Значит, “диск” – это постоянный компонент, а “сбросить”, “отправить” и прочие интерпретации – это компоненты переменные [5, с.160].

Выражение “être connecté(e) en permanence” означает быть всегда подключенным к интернету или другим электронным устройствам. Это выражение возникло в контексте современного образа жизни, где постоянное соединение с электроникой стало частью нашего повседневного опыта. Аналогично с сочетанием “скинуть на диск”, мы можем в качестве главной части выделить “être connecté(e)” (быть подключенным), переменной – “en permanence”, “constamment” и прочие.

Таким образом, сочетания, в отличие от

сращений и единств, допускают некоторую степень модификации в зависимости от контекста.

Анализ

В целом, французский язык более формален и распространённое использование фразеологизмов является частью его культурного и лингвистического наследия. Нельзя сомневаться, что фразеология Франции охватывает все сферы общественной жизни, включая фразы, относящиеся к французскому компьютерному подязыку.

Компьютерный подязык – это специализированный набор лексических единиц, используемых профессионалами в области информационных технологий [7, с.119–121]. Фразеологизмы, приведенные в данной статье, относятся как к компьютерному подязыку, так и к общеупотребительной лексике, в зависимости от контекста их использования.

1. “Avoir la fibre” – в буквальном переводе данное выражение означает “иметь волокно/частицу”. Этот фразеологизм появился благодаря развитию высокоскоростного интернета с помощью оптоволоконной технологии. “Avoir la fibre” означает иметь возможность пользоваться высокоскоростным интернетом. Слово “la fibre” (волокно) означает наличие услуги, обеспечивающей гораздо более высокую пропускную способность интернет-соединения. В современном контексте оно используется не только для обозначения технической возможности подключения к высокоскоростному интернету, но и для обозначения увлечения или предрасположенности к чему-либо. Например, можно сказать, что у человека есть “фибра” к музыке или искусству, что подразумевает его склонность или талант в этих областях.

2. “Être branché(e)” – это выражение появилось в связи с развитием технологий и социальных сетей. “Être branché(e)” означает быть в курсе всех модных тенденций, новостей и событий.

3. “Être à la pointe de la technologie” – данный фразеологизм возник благодаря активному развитию современных технологий. “Être à la pointe de la technologie” означает быть владельцем самых современных и передовых технологий.

4. “Télécharger à tout va” – данный фразеологизм появился благодаря широкому доступу к скачиванию файлов из интернета.

“Télécharger à tout va” означает качать файлы без ограничений и больших усилий.

5. “Geek jusqu'au bout des ongles” – буквально переводится как “гик до самых ногтей”. Выражение, означающее быть настолько заинтересованным в технологиях и компьютерах, что это чувствуется в каждой клетке тела.

6. “Surfer sur Internet” – буквально переводится как “плавать на Интернете”. Это фразеологизм, означающий проводить много времени в Интернете, рассматривая различные веб-сайты. Этот термин заимствован из английского языка, он произошёл из сравнения Интернета с океаном, а пользователи – как сёрферы, которые “скачут” по волнам информации.

7. “Être accro aux réseaux sociaux” – буквально переводится как “быть зависимым от социальных сетей”, означает проводить много времени, общаясь с друзьями и знакомыми через соцсети. Этот фразеологизм возник благодаря увеличению влияния социальных медиа на наше общество.

Анализируя представленные фразеологизмы, можно заметить, что множество из них вошли в обиход совсем недавно. Некоторые были заимствованы из других языков, приоритетно – из английского языка, некоторые являются укоренившимися в других странах не только по звучанию, но и по своему значению.

IT-сфера начала развиваться не слишком давно, но это совсем не помешало скорейшему появлению множества фразеологизмов, речевых оборотов, связанных с данной темой. Это указывает на непрекращающееся развитие речевого богатства французского языка и наводит на мысль о том, что французская фразеология не прекращает своё развитие. Стоит отметить, что фразеология в IT-сфере играет важную роль в профессиональном общении IT-специалистов и постоянно развивается под влиянием новых технологий, культурных и языковых влияний.

Заключение

Таким образом, многообразие фразеологизмов в сфере информационных технологий – действительно важная и обширная тема для изучения. Идиомы позволяют нам лучше понять специфику этой области и её влияние на язык, а также культуру и особенности общения французов.

Благодаря анализу устойчивых выражений мы можем выявить основные тенденции и особенности языка IT, а также использовать их в своей повседневной коммуникации. Подобные исследования не только расширяют наши знания, но и способствуют развитию языковой культуры в целом.

Литература

1. Глотова Т. А., Бекоева М. Т., Цакалиди Т. Г. Теория общей фразеологии: учебное пособие. Сев.-Осет. гос. ун-т. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2019. 138 с. ISBN 978-5-8336-1025-1.
2. Баранов А., Добровольский Д. Основы фразеологии. М.: Флинта, Наука, 2013. 312 с.
3. Computer dictionary, terms, and glossary. URL: <https://www.computerhope.com/jargon.htm> (accessed 01.06.2024).
4. Шанский Н. М. Фразеология современного русского языка. Санкт-Петербург: Специальная литература, 1996. 190 с.
5. Виноградов В. В. Об основных типах фразеологических единиц в русском языке // В. В. Виноградов. Избранные труды. Лексикология и лексикография. М., 1977. С. 140–161.
6. Бардоши В., Эттингер Ш., Штельтинг С., Бутина Е.. Фразеологизмы французского языка: словарь-практикум. Екатеринбург : Уральское издательство, 2002. 247 с.: ил. ISBN 5-93667-020-1.
7. Валгина Н. С. Активные процессы в современном русском языке. М.: Логос, 2003. 304 с.

FRENCH PHRASEOLOGY IN THE FIELD OF IT

K. E. Volodko, L. P. Merkulova

Phraseology is a unique and interesting aspect of language that reflects the cultural and historical contexts in which the language developed. French idioms, like any other, often contain metaphorical meanings that may be difficult for speakers of other languages to understand. In the field of information technology, as in other fields of knowledge, there are specific phraseological units that are used to describe processes, algorithms and various technical aspects. Their use helps technical specialists, programmers and developers to effectively exchange information and better understand each other.

The article discusses the possibilities of using French idioms in the field of information technology. The study includes a classification of phraseological units in France, a description of the most commonly used idioms in IT, their origin and possible translation options into Russian and English.

Key words: phraseology, phraseological units, idioms, translation, translation methods.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024 г.

© Volodko K. E., Merkulova L. P., 2024.

Volodko Ksenia Evgenievna, (princpersik1@yandex.ru),

1st year student of the Institute of Informatics and Cybernetics of Samara University,

Lyudmila Petrovna Merkulova, (lpm1r@yandex.ru),

head of the Department of Foreign Languages and Russian as a Foreign Language,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

РЕАЛИИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ ОБРАЗА ПОСТАПОКАЛИПТИЧЕСКОГО МИРА (НА МАТЕРИАЛЕ РОМАНА Д. ДЭШНЕРА «БЕГУЩИЙ В ЛАБИРИНТЕ: ИСПЫТАНИЕ ОГНЕМ»)

А. А. Жучкова

Данная работа посвящена исследованию изобразительного потенциала реалий как одного из основных средств создания художественного пространства антиутопического мира. Обращение к данной теме обусловлено высокой популярностью антиутопической литературы, которая тесно связана с общественно-социальной проблематикой. В произведениях этого жанра детально описываются возможные сценарии развития будущего, что позволяет человечеству задумываться о проблемах взаимодействия человека и общества, а также человека и научно-технического прогресса. Эмпирической базой исследования послужил оригинальный текст романа Д. Дэшнера «The Maze Runner: The Scorch Trials». В результате была осуществлена классификация реалий по семантическому признаку. Отобранные реалии были распределены по следующим 5 группам: ономастические, бытовые, природные, географические и реалии государственно-административного устройства. Кроме того, была выявлена роль различных групп реалий в создании аутентичного художественного пространства.

Ключевые слова: дискурс художественной литературы; научная фантастика; антиутопия; воображаемая реальность; апокалиптика.

Стремительное развитие технологий в современном мире приводит к возникновению интереса и одновременно тревоги относительно будущего человечества. Данное обстоятельство выражается среди прочего в высокой популярности антиутопической литературы. В произведениях данного жанра акцентируется внимание на изображении общественного строя, в котором воплощены худшие предположения авторов по поводу дальнейшего развития цивилизации. Подобные сценарии вполне могут стать объективной реальностью, в связи с чем разностороннее научное осмысление постапокалиптического мира, изображаемого в антиутопических произведениях, представляет собой актуальное поле для исследования. В частности, в рамках данной работы ставится *цель* изучения специфики реалий как одного из основных способов создания правдоподобного антиутопического пространства.

Условия и методы исследования

В качестве материала для исследования

методом сплошной выборки было отобрано 32 реалии из оригинального текста романа Д. Дэшнера «The Maze Runner: The Scorch Trials». Для систематизации реалий в процессе исследования были использованы классификации Г. Д. Томашина и В. С. Виноградова.

Результаты и их обсуждение

Научная фантастика – это литературный жанр, основанный на фантастических допущениях: спекуляциях и вымыслах в области точных, гуманитарных или естественных наук. В нем описываются контакты с инопланетными цивилизациями, вымышленные технологии, возможные варианты развития будущего. Научная фантастика объединяет художественные произведения, в которых описываются миры, события и герои, нарушающие границы реальности. Специфика фантастики как особого вида искусства заключается в том, что она характеризуется феноменальностью. Наиболее удачно эту мысль выразили братья Стругацкие, дав следующее

определение: «фантастика есть отрасль литературы, подчиняющаяся всем общелитературным законам и требованиями, рассматривающая общие литературные проблемы (типа: человек и мир, человек и общество и т.д.), но характеризующаяся специфическим литературным приемом – введением элемента необычайного» [1].

Антиутопия представляет собой одно из ответвлений научной фантастики. В общем смысле антиутопия – это жанр фантастической литературы, основанный на пессимистическом представлении о будущем человечества.

Одним из важнейших способов создания антиутопической действительности в художественном произведении является использование в тексте разного рода реалий.

В целом реалии представляют собой любые обозначения элементов быта и культуры. А. С. Агафонова предлагает следующее определение реалий в литературе: реалии – это «...понятия, изобретенные писателем-фантастом для описания воображаемой реальности, которая должна иметь присущие только ей черты» [2, с.7].

Более широкое понимание понятия «реалия» предлагают С. И. Влахов и С. П. Флорин в своей монографии «Непереводимое в переводе». Под реалиями эти исследователи понимают «...слова (и словосочетания), называющие объекты, характерные для жизни (быта, культуры, социального и исторического развития) одного народа и чуждые другому; будучи носителями национального и/или исторического колорита, они, как правило, не имеют точных соответствий (эквивалентов) в других языках, а, следовательно, не поддаются переводу на общих основаниях, требуя особого подхода» [3, с.47].

Существует большое количество классификаций реалий. Г. Д. Томахин предлагает классифицировать реалии по следующим группам:

- 1) этнографические;
- 2) географические;
- 3) общественно-политические;
- 4) реалии системы образования, религии и культуры;
- 5) ономастические [4].

В. С. Виноградов предлагает несколько иные категории реалий, к которым относятся:

- 1) бытовые (жилище, имущество,

одежда, пища, виды труда);

2) этнографические и мифологические (этнические и социальные общности и их представители; божества, сказочные существа, легендарные места);

3) реалии мира природы (животные, растения, ландшафт, пейзаж);

4) реалии государственно-административного устройства и общественной жизни (исторические и актуальные);

5) ономастические (топонимы, антропонимы);

6) ассоциативные (вегетативные символы, цветовая символика, языковые аллюзии) [5].

В литературном произведении реалии приобретают особое значение, так как они выражают понятия, характерные лишь для определенного народа, несут конкретную смысловую и стилистическую нагрузку в тексте.

В настоящем исследовании мы опирались на обе приведенные классификации, в соответствии с которыми отобраны единицы были распределены на 5 групп.

Так, наиболее значительная группа содержит реалии, отражающие элементы государственно-административного устройства – сюда вошли 14 единиц, а именно: *W.I.C.K.E.D World In Catastrophe: Killzone Experiment Department, the Creators, the Trials, the cure, the Maze, the Variables, Group A, Group B, Subject A, Subject B, the Betrayer, the Glue, the Partner, the Leader*. Приведем несколько лингвистических иллюстраций:

One is I think these people – **WICKED**, whoever they are—are trying to weed out the best of both groups to use us somehow;

Did **the Creators** have everything in place already? Crops, animals, all that?;

It had to be another phase of **the Trials**, and this time he'd fight to change things – to end it all;

But at the end of these Trials, **the cure** will be your reward, and you'll never see the ... debilitating effects;

Achingly, Thomas realized he didn't even know most of the names of the twenty boys who'd survived **the Maze**, an odd thought to have in the middle of all that chaos;

These situations inflicted upon you are called **the Variables**, and each one has been meticulously thought out;

You're **Subject A-five** and they called you

the Glue. The Glue? <...> Yeah. Probably because you're kind of the glue that holds us all together. I don't know [6].

На наш взгляд, частотность единиц данной группы объясняется тем, что основной конфликт романа строится на противостоянии героев действующим представителям власти и мироустройству, которое они создают.

Следующую группу составили ономастические реалии – сюда вошли 8 лексем, относящихся к категории антропонимов, такие как *Glader, Shank, Stick, Newbie, Slinthead, Keeper, Runner, the Immunes*:

He had Winston's arm around one of his shoulders, but the former *Keeper* of the Blood House seemed to have recovered some of his strength;

I'm a *Runner*, shuck-face. You get a feel for stuff like that in the Maze, even if its scale was a lot smaller.

Часть приведенных антропонимов представляет собой прозвища, использование которых связано с продолжительностью пребывания героя в группе. Например, *Shank, Stick* и *Newbie* можно считать синонимами, так как все они обозначают новенького, только прибывшего. Другая часть отобранных ономастических реалий используется для обозначения групп людей, относящихся к определенной категории общества. Например, иммунными (*The Immunes, tunies*) автор называет небольшой процент оставшегося населения, обладающего иммунитетом к вирусу. *Keeper* и *Runner* – обозначения, используемые преимущественно в первой книге трилогии. Кураторами называли старших по «профессиям», бегунами – самых физически стойких ребят, задачей которых было каждый день выходить в лабиринт.

В целом, ономастические единицы служат символами, отражающими определенные идеи и концепции: например, имя или прозвище персонажа может быть символом его характера или судьбы [7].

Далее были выделены 5 реалий, относящихся к группе бытовых – это такие единицы, как *Glade, the Box, Blood House, Berg, the Bliss*:

He couldn't help but remember *the Box*, that lightless cube of stale air that had delivered him to the Glade; it had felt much like this;

He didn't know who it was, but the kid was now screaming his throat raw, screeching and

squealing like an animal at the old *Blood House* in the Glade;

Thomas realized that they must've run out just to see him delivered from the huge flying ... *Berg*? Jorge had called it a Berg;

They call it the *Bliss*. Numbs your emotions, numbs your brain processes, slows you down to a drunken stupor so you don't feel much. Keeps the Flare at bay because the virus thrives in your brain. Eats at it, destroys it. If there's not a lot of activity, the virus weakens.

Реалии быта прежде всего включают в себя описание обычной жизни, предметы домашнего обихода. Для каждой литературной вселенной характерен свой быт: читатель узнает, как герои одеваются, питаются, обставляют свое жилище, каким транспортом пользуются в рамках изображаемого художественного пространства.

В следующую группу в нашем исследовании вошли реалии мира природы, среди которых было выделено 4 единицы: *Flare, Cranks, Grievors, beetle blades*. В тексте они используются следующим образом:

They keep telling us it was too late – that the *Flare* is too rooted in you. They said you've gotten crazy and violent;

There could be hundreds of *Cranks* in this place for all we know. Thousands. And we don't have a clue what to expect from them;

If WICKED can create *Grievors*, they can create plenty of other freaks of nature that might be worse;

What this means is that they're watching us, - Minho said. - Just like they did in the Maze. Has anyone seen a *beetle blade* running around anywhere?

К реалиям мира природы относятся животные, растения, а также климатические условия.

Последней была выделена группа географических реалий, в которую вошла 1 единица – *The Scorch*:

If we don't do it, they won't let us in at the safe haven. We'll die out here in *the Scorch*.

Географические реалии помогают создавать аутентичную атмосферу произведения. Описание природы, климата, ландшафта и географических особенностей места действия способствует более полному погружению читателя в изображаемый художественный мир.

Некоторые реалии, выбранные из текста романа, можно отнести сразу к нескольким категориям. Например, реалия The Maze (лабиринт) может быть:

1) географической (как определенная территория);

2) бытовой (временное место пребывания героев);

3) государственно-административной (первая фаза испытаний, созданная правительством);

4) ассоциативной (символ). Лабиринт символизирует таинственность, странность, запутанность, скрытость.

Полученные в ходе исследования данные представлены в виде диаграммы (рис.1).

Заключение

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что для создания художественного пространства постапокалиптического мира автор прежде всего использует элементы социальной и государственной инфраструктуры (43.8%) в силу необходимости изображения государства, возникшего в условиях постапокалипсиса и новых порядков, действующих в нем. На втором по значимости месте располагаются ономастические реалии (25%), которые являются одним из средств создания образа и индивидуализации действующих лиц. Третье место занимают бытовые реалии (15.6%), включающие в себя описания повседневной жизни. На последних местах располагаются

природные (12.5%) и географические реалии (3.1%), выполняющие функцию создания особого колорита окружающего мира. Использование реалий в тексте не только позволяет автору правдоподобно изобразить антиутопический миропорядок, но и способствует более осознанному восприятию обществом возрастающей опасности, которая возникает перед человечеством в связи с технологическим и социальным кризисом.

Литература

1. Амосин М. Ф. Стругацкие и фантастика текста // Звезда. 2000. № 7. С. 208-216.

2. Агафонова А. С. К вопросу о лингвистическом статусе реалий научной фантастики // Вестник научных конференций. 2015. № 4-3(4). С. 7-9.

3. Влахов С. И., Флорин С. П. Непереводимое в переводе: учебное пособие. М.: Международные отношения, 1980. 342 с.

4. Томахин Г. Д. Реалии-американизмы. М.: Высшая школа, 1988. 239 с.

5. Виноградов В. С. Введение в переводоведение (общие и лексические вопросы) // М.: Институт общего среднего образования РАО. 2001. 226 с.

6. Dashner J. The Scorch Trials // New York, U.S.A.: Delacorte Press, 2010. 384 p.

7. Черкунова М. В., Пономаренко Е. В., Харьковская А. А. Функциональный синергизм текста как объект функциональной лингвосинергетики // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2022. Т. 28, № 4. С. 106-114.



Рис. 1. Частотность использования реалий в тексте

**REALIA AS A MEANS OF CREATING FICTIONAL SPACE
OF POST-APOCALYPTIC WORLD (BASED ON
«THE MAZE RUNNER: THE SCORCH TRIALS» BY J. DASHNER)**

A. A. Zhuchkova

The article is dedicated to the study of the specifics of realia as one of the main means of creating an artistic space of the dystopian world. This topic is addressed due to high popularity of dystopian literature, which is closely related to social issues. Such books depict possible scenarios of the humanity future, which makes modern people think about the problems of interaction between man and society, as well as man and scientific and technological progress. The original text «The Maze Runner: The Scorch Trials» by J. Dashner was used as an empirical basis for the research. As a result, semantic classification of realia was carried out. The selected realia were divided into 5 groups: onomastic, domestic, geographical, realia of nature and the ones denoting the administrative structure of the state. In addition, artistic potential of realia as a tool for creating a fictional post-apocalyptic world was revealed. The conclusion about the role of various groups of realia in creating an authentic artistic space was made.

Key words: literature discourse; science fiction; dystopia; imaginary reality; apocalyptic.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

УДК 811.111-26

СТРУКТУРНО-СМЫСЛОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКСТА КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ В СФЕРЕ СОВРЕМЕННОГО АНГЛОЯЗЫЧНОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ДИСКУРСА

Р. Н. Камалян

Статья посвящена изучению речевых механизмов воздействия на массовую аудиторию. В качестве дискурсивной сферы исследования использован современный англоязычный музыкальный дискурс, а именно – 50 текстов анонсов, предвещающих выход новинок в жанре поп-музыки в 2022-2024 гг. Целью исследования стало выявление элементов структурно-смысловой организации анонсов, способствующих продвижению музыкальной продукции на потребительском рынке. С помощью методов контекстуального и лингвистического анализа установлено, что наиболее частотными элементами смысловой структуры рассмотренных текстов являются а) упоминание звезд шоу-бизнеса, б) обозначение времени выхода анонсируемого продукта и в) указание на его связь с другими продуктами. В результате сделан вывод о способности указанных смысловых компонентов осуществлять комплексное воздействие на сознание реципиента с целью формирования позитивно окрашенного интереса, активного ожидания и положительной реакции аудитории.

Ключевые слова: англоязычная поп-музыка, анонс, языковые механизмы продвижения продукции, языковое воздействие, структурно-смысловой элемент.

Актуальность изучения вербального сопровождения современной англоязычной музыкальной индустрии обусловлена тем, что в настоящий момент популярная музыка приобрела статус не только культурного феномена, но и мощного инструмента массового воздействия. Содержание песен, а также образ жизни и личностные свойства известных исполнителей формируют ценностные и мировоззренческие позиции большого количества слушателей по всему миру. При этом популярность того или иного исполнителя не всегда определяется качеством его музыкального продукта, но также обуславливается умелым использованием технологий продвижения этого продукта на «потребительском рынке». Важным инструментом продвижения являются, в частности, специальные тексты – анонсы, предвещающие выход тех или иных музыкальных новинок, формирующие определенные ожидания публики и необходимый настрой [1]. В связи с вышесказанным изучение языковых способов воздействия на массовую аудиторию в описанной дискурсивной

сфере представляется важной задачей для лингвистического исследования.

Цель настоящей работы заключается в выявлении способов структурно-смысловой организации текстов, направленных на продвижение англоязычной музыкальной продукции на потребительском рынке.

Условия и методы исследования

В качестве *материала* для изучения было отобрано 50 англоязычных статей, анонсирующих выход музыкального продукта (сингла, альбома и проч.) известных современных поп-исполнителей. Данные тексты были размещены на специализированных интернет-ресурсах в период с 2022 по 2024 гг. (см. Список источников выборки).

При анализе материала применялся комплекс лингвистических *методов*, а именно: метод лингвистического анализа, метод контекстуального анализа, метод лингвистического описания.

© Камалян Р. Н., 2024.

Камалян Римма Ниановна (rimma.katalyan.96@mail.ru), студент IV курса факультета филологии и журналистики Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного анализа было установлено, что в текстах статей воздействие оказывается посредством использования таких смысловых элементов, как:

- 1) упоминание звезд шоу-бизнеса (137 раз);
- 2) обозначение времени выхода продукта (47 раз);
- 3) указание на связь с другими продуктами (43 раза);
- 4) оценка продукта самим исполнителем (41 раз);
- 5) описание содержания продукта (37 раз).

Как видно из приведенного списка, наиболее частотными и, как можно предположить, наиболее значимыми с прагматической точки зрения структурно-содержательными элементами музыкального анонса являются а) отсылка к другим знаменитостям, б) время появления этого продукта в продаже и в) место нового продукта в контексте массовой культуры. В связи с этим в рамках настоящей статьи мы более подробно остановимся именно на этих аспектах организации текста.

Итак, как показали подсчеты, упоминание значимых представителей развлекательной индустрии является наиболее распространенным структурно-смысловым элементом при создании анонса и представляет собой наиболее существенный инструмент воздействия на потенциальную аудиторию. В качестве примера приведем следующие текстовые фрагменты:

- Sabrina Carpenter is in the midst of opening for *Taylor Swift on the Latin American leg of the popular Eras tour*, and the “Nonsense” singer reflected on the pinch-me moment she found out about the gig in a new interview with Who What Wear [2];

- Lipa returned to London’s 5dB (multimedia creative community, dedicated to the art of making music), where she wrote a lot of her upcoming third album, to tell the story of how “Houdini” was put together. She explains that she had been spending time in Los Angeles, where *Tame Impala’s Kevin Parker* invited her to his home studio [3].

С точки зрения реализации стратегии продвижения упоминание других звезд спо-

собствует созданию эффекта социальной привлекательности, авторитетности и значимости рекламируемого исполнителя. Когда автор статьи упоминает известных личностей, у читателя формируется представление о том, что конкретный исполнитель пользуется признанием среди коллег, и это, в свою очередь, позитивно влияет на его имидж среди поклонников. При этом следует отметить, что в большинстве случаев авторы статей не прибегают к цитированию звезд или иному выражению их оценочного мнения; достаточным представляется лишь упоминание звездной фамилии в тексте анонса, например:

- Drake is headed back out on the road next year. On Monday (Nov. 13), the 6 God revealed the dates for his upcoming 2024 U.S. run titled *It’s All A Blur Tour – Big As the What?*, which will feature *support from J. Cole on most dates*.

В приведенном примере просто упоминается факт того, что Джей Коул будет присутствовать на выступлениях Дрейка в рамках музыкального тура.

Следующий значимый структурно-смысловой элемент – это указание на время выхода музыкального продукта. Этот информационный блок играет важную роль с точки зрения продвижения, так как вводит аудиторию в более широкий контекст, связанный с личностью исполнителя, и позволяет понять мотивацию, стоящую за созданием конкретного продукта. Например, артист мог выпустить альбом в ответ на некие события личной или общественной жизни, а также в качестве реакции на эмоциональные переживания, актуальные в то или иное время:

- Ariana Grande’s new album, *Eternal Sunshine*, was released on March 7, 2024. Ariana Grande named her album *Eternal Sunshine*. *She conceived the album as a record of both vulnerability and entertainment, and it is inspired by personal life (she recently got divorced)* [4].

Как видно, в качестве инструмента воздействия в данном тексте используется информация личного плана, содержащая отсылку к событиям из жизни певицы (развод и связанные с ним переживания). Кроме того, точная датировка устанавливает хронологическую связь с одноименным фильмом 2004

года, в котором рассказывается о последствиях попытки стереть из памяти «вторую половинку» после разрыва.

Таким образом, указание времени выхода музыкального продукта артиста является важным инструментом для привлечения внимания, управления ожиданиями потенциальной аудитории и повышения ценности продукта. Это помогает создать позитивный имидж артиста за счет подключения личностных смыслов и эмотивных коннотаций.

Формирование связи с другими продуктами в контексте музыкального творчества артиста также ранжируется как частотный инструмент выстраивания стратегии продвижения музыкального продукта. В специальной литературе данный прием описывается как *контекстуализация*, и отмечается, что благодаря данному приему реципиент получает возможность более глубоко проникнуть в смысл нового произведения [5]. Например, если артист использует язык, символы или концепции, знакомые из других продуктов, вербальные отсылки к известным феноменам могут помочь аудитории более позитивно воспринять и ценить его новую музыку, например:

- Even though their eighth LP found this *cartoon band* decamping to California to work with producer Greg Kurstin, it's hard not to speculate which benighted island the title of this record might refer to. As ever, much lore plays out in the band's videos and Jamie Hewlett's art.

Так, группа “Gorillaz” использует в своей музыке мультяшные персонажи, которые являются частью визуального стиля и образа группы. Это помогает установить контекст и создать узнаваемый бренд, который делает их музыку еще более привлекательной для слушателей [6].

В ряде случаев прием контекстуализации актуализируется через использование ассоциаций. Иными словами, если новый продукт исполнителя содержит общие темы или образы, присутствующие в других популярных произведениях массовой культуры (например, в фильмах, книгах, рекламе и т.д.), это может создать ассоциативную сеть, подключить эмоциональные переживания, вызванные у читателя ранее, и таким образом сформировать интерес к предлагаемому его

вниманию новому продукту, например:

- Adele *has announced she intends to go on hiatus from music* after a forthcoming concert residency in Munich.

Песня Adele “Skyfall”, написанная для одноименного фильма о Джеймсе Бонде, раскрывает тему разочарования и потери, которая также присутствует в самом фильме. Это создает эмоциональные ассоциации, синергично воздействующие на сознание потребителя и усиливающие его интерес к новым произведениям артистки.

Таким образом, контекстуализация выступает не просто как способ привлечения внимания к продукту, но также позволяет создать эмоциональную связь артиста с аудиторией, что способствует успешному продвижению его творчества.

Заключение

Исследования в области музыкального дискурса являются важным звеном в процессе понимания механизмов воздействия на массового потребителя посредством речевого инструментария. В ходе настоящего исследования было установлено, что для формирования позитивного отношения к творчеству поп-музыканта и популяризации его произведений среди потребителей используются, в частности, особым образом структурированные тексты анонсов, содержащие ряд прагматически значимых смысловых компонентов. К их числу относятся отсылки к иным представителям шоу-бизнеса, а также погружение нового продукта в более широкий личностный и творческий контекст. Взаимодействие данных смысловых компонентов в рамках анонса создает в сознании читателя объемный образ нового музыкального продукта, формируя зрительский интерес, позитивное ожидание и программируя положительную реакцию.

Литература

1. Cherkunova M. V., Starostina Ju. S. English announcements of cultural events: structural and semantic approach to expressiveness // EpSBS European Proceedings of Social and Behavioural Sciences: Proceedings of the Philological Readings (PhR 2019), Orenburg, 19-20 сентября 2019 года. London, United Kingdom:

EPSBS European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, 2020. Vol. 83. P. 725-732.

2. Billboard [Electronic resource]. – URL: <https://www.billboard.com/music/pop/sabrina-carpente-opening-taylor-swift-childhood-dream-come-true-1235472813/> (accessed: 10.03.2024).

3. Rolling Stone [Electronic resource]. – URL: <https://www.rollingstone.com/music/music-features/dua-lipa-houdini-interview-1234874280/> (accessed: 07.03.2024).

4. Genius [Electronic resource]. – URL: <https://genius.com/albums/Ariana-grande/Eternal-sunshine#:~:text=eternal%20sunshine%20is%20the%20seventh,each%20other%20after%20their%20breakup> (accessed: 21.04.2024).

5. Молодыхенко Е. Н. Метапрагматические дискурсы и жанровая дифференциация в интернет-медиа // Вестник Санкт-Петербургского университета. Язык и литература. 2021. Т. 18, № 2. С. 363-382.

6. The Guardian [Electronic resource]. – URL: <https://www.theguardian.com/music/2023/feb/26/gorillaz-cracker-island-review-bittersweet-tunes-for-anxious-times> (accessed: 13.02.2024).

Выборка

1. <https://www.rollingstone.com/music/music-features/dua-lipa-houdini-interview-1234874280/>

2. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/beyonce-renaissance-movie-new-trailer-thanksgiving-1234894835/>

3. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/megan-thee-stallion-paris-olympics-promo-1234894828/>

4. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/lauryn-hill-fugees-postpone-tour-1234894013/>

5. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/sza-noah-kahan-headline-osheaga-festival-2024-1234893937/>

6. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/lana-del-rey-sza-pulp-primavera-sound-2024-1234889875/>

7. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/rolling-stones-announce-hackney-diamonds-north-american-tour-1234889009/>

8. [https://www.rollingstone.com/music/music-news/asap-rocky-relli-shooting-video-](https://www.rollingstone.com/music/music-news/asap-rocky-relli-shooting-video-court-1234886777/)

[court-1234886777/](https://www.rollingstone.com/music/music-news/asap-rocky-relli-shooting-video-court-1234886777/)

9. <https://www.billboard.com/music/hip-hop/drake-2024-tour-dates-j-cole-1235470120/>

10. <https://www.billboard.com/music/music-news/taylor-swift-now-that-we-dont-talk-live-sao-paulo-brazil-1235510389/>

11. <https://www.billboard.com/music/pop/zara-larsson-venus-album-interview-1235508788/>

12. <https://www.billboard.com/music/pop/billie-eilish-emotional-speech-power-of-women-what-was-i-made-for-1235485848/>

13. <https://www.billboard.com/music/pop/sabrina-carpente-opening-taylor-swift-childhood-dream-come-true-1235472813/>

14. <https://www.billboard.com/music/pop/dua-lipa-houdini-los-angeles-fan-event-recap-1235472726/>

15. <https://www.billboard.com/music/pop/pinkpantheress-2024-north-american-tour-dates-1235471483/>

16. <https://www.billboard.com/music/pop/taylor-swift-adds-two-london-eras-tour-dates-paramore-1235471339/>

17. <https://www.billboard.com/music/pop/olivia-rodrigo-cant-catch-me-now-music-video-1235471219/>

18. <https://www.billboard.com/music/pop/pinkpantheress-heaven-knows-listen-1235467822/>

19. <https://www.billboard.com/music/pop/mariah-carey-new-music-on-the-horizon-1235465529/>

20. <https://www.billboard.com/music/pop/tate-mcrae-sophomore-album-2024-tour-dates-1235464538/>

21. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-5681201/Ariana-Grande-takes-Tonight-reveals-upcoming-fourth-album-Sweetener.html>

22. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-8876141/Ariana-Grande-reveals-favorite-songs-upcoming-album-Positions-posts-tracklist.html>

23. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/selena-gomez-album-release-date-915939/>

24. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-3132299/Selena-Gomez-flashes-legs-sultry-new-album-art-upcoming-single-Good-You.html>

25. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-8791785/Camila-Cabello-posts-video-teaser-says-shes-proud-boyfriend-Shawn-Mendes-new-album.html>
26. https://www.officialcharts.com/chart-news/shawn-mendes-announces-his-new-self-titled-album-shares-cover-art-and-tracklisting__22698/
27. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/shawn-mendes-new-album-wonder-1069222/>
28. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/rosalia-new-album-2022-release-date-1252260/>
29. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-10925441/Drake-sends-fans-frenzy-announces-surprise-release-new-album-Honestly-Nevermind.html>
30. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-9940279/Drake-officially-announces-new-album-Certified-Lover-Boy-released-Friday.html>
31. <https://www.rollingstone.com/music/music-news/chris-brown-previews-new-album-x-the-negativity-is-in-the-past-94931/>
32. <https://pitchfork.com/news/labyrinth-sia-diplo-new-album-gets-release-date/>
33. <https://hollywoodlife.com/feature/sza-new-album-4474257/>
34. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-9517323/Billie-Eilish-reveals-new-album-Happier-released-July.html>
35. <https://www.dailymail.co.uk/tvshowbiz/article-9305201/Justin-Bieber-announces-new-album-titled-Justice-provide-comfort-help-fans-feel-alone.html>
36. https://pitchfork.com/news/lady-gaga-performs-with-the-rolling-stones-at-album-release-show-watch/#intcid=_pitchfork-right-rail_7dd1e60a-2910-4000-ab1e-4cb1965da763_popular4-1
37. <https://consequence.net/2023/10/neil-young-announces-before-and-after/>
38. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/08/23/selena-gomez-s-new-single-might-be-headed-for-a-huge-start-on-the-billboard-charts/?sh=1ec9ad4047e3>
39. <https://www.forbes.com/sites/pamwindsor/2023/10/06/darius-rucker-honors-his-mother-with-new-album-carolyns-boy/?sh=40bb45e9568a>
40. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/09/25/olivia-rodrigo-joins-taylor-swift-and-billie-eilish-with-her-massive-new-album/>
41. <https://variety.com/2023/music/new-s/selena-gomez-new-album-song-single-soon-1235698829/>
42. <https://www.forbes.com/sites/stevebaltin/2023/09/10/sunday-conversation-corinne-bailey-rae-on-her-new-album-and-dancing/>
43. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/09/11/drake-will-further-distance-himself-from-taylor-swift-with-his-new-album/>
44. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/09/18/olivia-rodrigo-matches-ariana-grande-with-her-new-no-1-album/>
45. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/08/25/nicki-minaj-has-officially-started-promoting-her-new-album-pink-friday-2/>
46. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/08/10/watch-taylor-swift-announce-her-new-album-1989-taylors-version/>
47. <https://www.forbes.com/sites/brittanychambers/2023/08/09/victoria-mont-on-jaguar-ii-her-new-album-set-to-move-masses/>
48. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/09/07/drake-moves-his-album-to-compete-directly-with-doja-cat/>
49. <https://www.forbes.com/sites/hughmcintyre/2023/06/08/grammys-2024-kelly-clarkson-may-make-pop-history-with-her-new-album/>
50. https://api.swiftype.com/api/v1/public/analytics/pc?engine_key=1byzyzxQM-Y595mXFkG&doc_id=65037d0d28ccbcad8dff8287&_st_url=https%3A%2F%2Fvariety.com%2F2023%2Fmusic%2Fnews%2Foffset-album-set-it-off-1235724029%2F&q=new%20release

STRUCTURAL AND SEMANTIC ORGANIZATION OF THE TEXT AS AN ELEMENT OF PRODUCT PROMOTION STRATEGY IN MODERN ENGLISH MUSICAL DISCOURSE

R. N. Kamalyan

The article is devoted to the study of verbal influence on the mass audience. Modern English musical discourse is used as the discursive field of research, namely, 50 texts of announcements anticipating the release of new pop music products in 2022-2024. The purpose of the study is to identify the elements of the structural and semantic organization of announcements that contribute to the promotion of musical products in the consumer market. Using the methods of contextual and stylistic analysis, it is found out that the most frequent elements of the semantic structure of the texts are a) mentioning show business celebrities, b) indicating the release time of the announced product and c) indicating its connection with other products. As a result, the conclusion is made about the ability of these semantic components to carry out a complex effect on the recipient's consciousness in order to form a positively colored interest, active expectation and a positive reaction from the audience.

Key words: English pop music, announcement, linguistic mechanisms of product promotion, verbal influence, structural and semantic element.

Статья поступила в редакцию 16.10.2024 г.

УДК 811.112.2

ДИСКУРС ЛЮБВИ В ПРОЗЕ Э. М. РЕМАРКА

А. А. Кафидова, Е. В. Беспалова

Статья посвящена анализу размышлений о любви героев романов Э. М. Ремарка «Три товарища» и «Триумфальная арка». Размышления о любви рассматриваются как фрагменты дискурса любви. Полученные методом сплошной выборки фрагменты размышлений о любви анализируются на тематическом, лексико-синтаксическом, грамматическом и стилистическом уровнях. Тематическая классификация размышлений проводится с учетом ситуативного контекста, выявляются размышления-анализ собственных чувств героя; размышления о возлюбленных; философские размышления о любви в целом; размышления, вызванные впечатлениями от созерцания возлюбленных; размышления о будущем любовных отношений. Интегрируется учет экстралингвистического контекста в восприятии любви действующими лицами.

Ключевые слова: размышления о любви, художественная литература, экстралингвистический контекст, лингвистика текста, немецкоязычный роман.

Дискурс является одним из ключевых понятий современной лингвистики. Его изучением занимались такие учёные, как Э. Бенвенист, Ю. Хабермас, Г. Почепцов, В. Борботько, В. Карасик, А. Кибрик и многие другие. Важной для настоящего исследования является мысль знаменитого нидерландского учёного Т.А. ван Дейка о том, что дискурс представляет собой «сложное коммуникативное явление, включающее не только текст, но и экстралингвистические факторы (знания о мире, мнения, установки, цели адресата), необходимые для понимания текста» [1, с. 7]. Изучение дискурса любви на материале художественных произведений проводилось Л.Г. Бабенко, Е.А. Вдовиченко, Г.И. Лушниковой, О.А. Велюго, Е. Н. Шапинской. Несмотря на существование работ по теме любви в творчестве Э.М. Ремарка И.В. Безверхой, А.А. Мангасарян, Т.Б. Доловой, О.В. Кузьминой, анализ размышлений о любви с позиций дискурса не проводился. В связи с этим изучение дискурса любви в творчестве немецкого писателя Эриха Марии Ремарка является актуальным и перспективным направлением.

Условия и методы исследования

Материалом исследования послужили

романы Э.М. Ремарка: «Три товарища» (нем. «Drei Kameraden») и «Триумфальная арка» (нем. «Arc de Triomphe»). В процессе чтения текстов мы методом сплошной выборки отбирали фрагменты любовного дискурса. С помощью метода контекстуального анализа мы выявили скрытые коммуникативные намерения и установки автора. Метод стилистического анализа позволил нам изучить стилистические функции языковых средств. Методом дискурс-анализа мы выделили основные принципы построения дискурса любви в романах Э.М. Ремарка

Результаты и их обсуждение

В романах Э.М. Ремарка огромное внимание уделено размышлениям персонажей как об их возлюбленных, так и о любви в целом. О.А. Велюго в работе «Дискурс любви или любовный дискурс? Комментарий к терминологическому аппарату» называет такие размышления «дискурсом сознания» [2]. Тот факт, что многие романы написаны от первого лица (*Ich-Erzähler*) или с позиции главного героя (*der personale Erzähler*) позволяет читателю проанализировать мысли и чувства центральных персонажей во всей их полноте. Автор описывает размышления героев о

© Кафидова А. А., Беспалова Е. В., 2024

Кафидова Анна Андреевна (annakafidova@gmail.com),

студент IV курса факультета филологии и журналистики Самарского университета,

Беспалова Екатерина Викторовна (bespalova.ev@ssau.ru),

доцент кафедры немецкой филологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

любви как наедине с собой, так и во время диалога с возлюбленной, когда то или иное слово собеседницы вызывает в главном герое сильные эмоции и впечатления.

Размышления персонажей о любви можно условно разделить на несколько групп. К первой группе относятся размышления, вызванные словом или действием возлюбленной. Так, в романе «Триумфальная арка» автор детально описывает чувства главного героя Равика в момент, когда его знакомая Жоан впервые называет друга на «ты» и выражает готовность ехать к нему.

(1) *«Er spürte plötzlich sein Blut. Es kam und kam und war mehr als das: Leben, tausendmal verflucht und begrüßt, oft verloren und wiedergewonnen – vor einer Stunde noch eine dürre Landschaft, kahl, voll Gestern und ohne Trost – und jetzt wieder strömend und nahe dem rätselhaften Augenblick, an den er nie mehr geglaubt hatte; man war wieder der erste Mensch am Rande des Meeres, und aus den Fluten stieg es auf, weiß und leuchtend, Frage und Antwort in einem, es kam und kam, und der Sturm über den Augen begann...»* [3, с. 168].

Форма написания романа с позиции главного героя (*Der personale Erzähler*) не позволяет нам сделать однозначный вывод о том, передает ли автор непосредственно мысли героя или сам поэтическим языком описывает его эмоции. В любом случае, метафоричность – одна из основных характерных черт любовного дискурса Ремарка, что как нельзя лучше заметно в приведенном фрагменте. Прибывающая кровь в данном контексте означает разгорающуюся страсть персонажа, которую писатель сравнивает с жизнью, то есть самим существованием человека. Примечательно, что анализ чувств героя позволяет нам понять, что данный эпизод становится поворотным в его жизни. Э.М. Ремарк использует параллелизм, наделяя жизнь антонимичными эпитетами – она «тысячу раз проклятая» (здесь же можно отметить гиперболу) и в то же время желанная, потерянная и обретенная. Жизнь Равика до встречи с Жоан сравнивается с голой, пустой землей (распространенный в культуре образ), после же герой начинает ощущать влечение к женщине. Автор подчеркивает, что его чувство буквально первобытно (*«der erste Mensch am Rande des Meeres»*), так как любовь неразрывно связана

с первоначалами жизни на земле. В приведенном отрывке мы также можем наблюдать характерные особенности художественного стиля Ремарка: автор оформляет мысли Равика в длинные предложения, полные перечислений, напоминающих своеобразный каталог образов, так как любовь кажется герою одновременно и вопросом, и ответом, приобретает светлые и яркие цвета.

Ко второй группе относятся фрагменты, в которых персонажи подвергают тщательному анализу состояние своей души в определенный момент жизни, а также размышляют о своих возлюбленных. Как уже было отмечено, героям Ремарка в целом свойственна рефлексия, поэтому они нередко пытаются понять свои чувства и эмоции в контексте отношений с их любимыми женщинами. В отличие от первой группы, эти размышления не связаны с внезапными прозрениями и отражают лишь глубину рефлексии персонажа. Рассмотрим два схожих по содержанию отрывка из романов «Триумфальная арка» и «Три товарища»:

(2) *«Er spürte, wie etwas in ihm sich öffnete und ausbreitete, warm und weich und weit, etwas, das ihn niederzog wie mit vielen Händen, und es war plötzlich unerträglich, daß sie nebeneinander standen, auf Füßen, schmalen Plattformen, lächerlich aufgerichtet, balancierend; anstatt es zu vergessen und niederzusinken, dem Schluchzen der Haut nachzugeben, dem Ruf hinter den Jahrtausenden, als es das alles noch nicht gab, Gehirn und Fragen und Qual und Zweifel – nur das dunkle Glück des Blutes...»* [3, с. 170].

В приведенном фрагменте мы можем заметить рефлексия героя над своими ощущениями. Впервые оказавшись по-настоящему рядом с возлюбленной, Равик начинает испытывать к ней сильное влечение, которому буквально не может противостоять. Автор вновь передает эмоции героя с помощью длинных предложений, осложненных придаточными и второстепенными членами. Это перечисление позволяет почувствовать непрерывное развитие мысли персонажа. Финальный ряд образов, данный через соединительные союзы «и» («und») позволяет автору усилить противопоставление между рассудочной и мучительной реальностью и бездумным, первобытным зовом крови. Кроме того, стоит отметить поэтичность данного отрывка: ряд эпитетов

«warm und weich und weit» позволяет автору передать теплоту и нежность, охватывающие героя. Здесь также можно заметить аллитерацию – звук [w], придающую тексту ещё большую выразительность. Метафора «*etwas in ihm sich öffnete und ausbreitete*» позволяет увидеть, как душа персонажа раскрывается навстречу возлюбленной, расцветает от её улыбки.

Похожие светлые эмоции испытывает центральный персонаж романа «Три товарища»:

(3) «*Ich hörte nur ihre Stimme, und während ich so auf dem dunklen Vorplatz hockte <...> schien es mir, als ginge die Tür auf und eine Welle von Wärme und Glanz käme herein, schmeichelnd und bunt, voll von Träumen, Sehnsucht und Jugend. Ich stemmte die Füße gegen den Tisch, ich stützte den Kopf in die Hand, ich sah den Wildschweinschädel an und die abgestoßene Küchentür, aber ich konnte mir nicht helfen — Sommer war auf einmal da, Wind, Abend über Ährenfeldern und das grüne Licht der Waldwege*» [4, с. 169].

В приведенном отрывке мы видим, что Роберт, как и Равик из романа «Триумфальная арка», испытывает по отношению к возлюбленной теплые и светлые чувства. Здесь вновь можно заметить аллитерацию (звук [w]) и широкое использование средств художественной выразительности для более детальной передачи чувств персонажа. Автор использует развернутую метафору, сравнивая нарастание эмоций героя с волной, вызывающей ощущение юности, грез, страстной тоски по чему-то. Примечательно, что любовь буквально расширяет пространство перед главным героем: сидя в обычной комнате, он начинает ощущать себя на природе, вечером в пшеничном поле, где кругом царит лето и ветер. Предметы окружающей действительности растворяются перед персонажем, голос возлюбленной заставляет («*ich konnte mir nicht helfen*») Роберта погрузиться в мир мечты.

К третьей группе относятся философские размышления о любви в целом. Герои Ремарка очень любят рефлексировать и зачастую в своих размышлениях незаметно переходят от частного к общему, от мысли о своих личных отношениях к любви вообще. Так, в романе «Три товарища» главный герой, оказавшись с возлюбленной в театре, отмечает,

что она действительно слушает музыку, а не пытается взаимодействовать с ним, что пробуждает в персонаже волну размышлений о любви в целом:

(4) «*...ich haßte dieses ganze Gerede vom Einswerden in der Liebe, denn ich fand, man konnte gar nicht genug zwei sein und sich gar nicht oft genug voneinander entfernen, um sich wieder zu begegnen. Nur wer immer wieder allein war, kannte das Glück des Beieinanderseins. Alles andere zerstörte das Geheimnis der Spannung. Und was riß stärker in die magischen Bezirke der Einsamkeit als der Aufruhr des Gefühls, die Hingabe an eine Erschütterung, die Gewalt der Elemente, der Sturm, die Nacht, die Musik? Und die Liebe*» [4, с. 80].

В приведенном отрывке мы видим, как главный герой определяет понятие «любовь». Примечательно, что вначале Роберт описывает свое отношение к этому чувству через отрицание: он «ненавидит» (экспрессивно окрашенный глагол) «болтовню» (разговорное, экспрессивно окрашенное существительное) о слиянии душ воедино, считая, наоборот, что влюбленным нужно почаще бывать в одиночестве, чтобы ценить свои отношения. Мы видим, таким образом, что презрение персонажа к классическим поэтическим представлениям о любви выражается как на семантическом, так и на лексическом уровнях. Принципиальное отличие взглядов Роберта от общепринятых подчеркивается противопоставлением «соединение – разлука» («*Einswerden in der Liebe*» – «*voneinander entfernen*»), так как, вопреки расхожему мнению, герой полагает, что именно одиночество позволяет оценить всю прелесть нахождения рядом с любимым человеком. В следующем предложении Роберт, однако, сам характеризует любовь поэтически – через метафору «*das Geheimnis der Spannung*», контекстно противопоставленную метафоре «*die magischen Bezirke der Einsamkeit*». Примечательно, что Роберт дает целый ряд понятий, являющихся в данном контексте перифразами слова «любовь», причем прямая номинация звучит в этом ряду последней и максимально отделяется от него вопросительным знаком.

Размышления о том, что такое любовь вообще, часто встречаются в романе «Триумфальная арка». Э.М. Ремарк неоднократно

подчеркивает, что этому понятию нельзя дать однозначного определения, так как любовь в целом может означать диаметрально противоположные понятия:

(5) *«Liebe! Wieviel dieser Name decken mußte! Von der sanftesten Zärtlichkeit der Haut bis zum fernsten Aufruhr des Geistes, vom einfachsten Familienwunsch bis zur Todeserschütterung, von der besinnungslosen Brunst bis zum Kampf Jakobs mit dem Engel»* [3, с. 472].

В четвертую группу можно выделить размышления героев, вызванные впечатлениями от созерцания их возлюбленных. В основном к таким впечатлениям относится восхищение, по Р. Барту – «эпизод <...> по ходу которого влюбленный субъект оказывается восхищен (очарован и пленен) образом любимого объекта» [5, с. 51]. Автор раскрывает данную эмоцию через передачу размышлений героя. К примеру, в романе «Три товарища» центральный персонаж Роберт Локамп, находясь на отдыхе на берегу моря, видит возлюбленную выходящей из воды, и эта картина потрясает его своим великолепием:

(6) *«Ich sprang auf, so unwirklich, so wie aus einer anderen Welt erschien mir gerade jetzt dieses Bild — der weite blaue Himmel, die weißen Schaumreihen des Meeres und die schöne, schmale Gestalt davor —, als wäre ich allein auf der Welt und aus dem Wasser schritte die erste Frau herauf. Einen Augenblick lang empfand ich die ungeheure, stille Gewalt der Schönheit und spürte, daß sie stärker war als alle blutige Vergangenheit, daß sie stärker sein mußte, daß die Welt sonst zusammenbrechen würde, daß sie sonst ersticken müßte in ihrer furchtbaren Verwirrung. Und mehr als das noch empfand ich, daß ich da war, einfach da war, und daß Pat da war, daß ich lebte, daß ich herausgekommen war aus dem Grauen, daß ich Augen hatte und Hände und Gedanken und die heißen Wellen des Blutes und daß alles das ein unbegreifliches Wunder war»* [4, с. 99].

Данные размышления персонажа сформулированы в характерных для Ремарка длинных распространенных предложениях с большим количеством однородных придаточных. В первом предложении автор подчеркивает, что воздействие увиденного героем образа усиливается пространством происходящего. Локус выглядит идиллическим: просторное синее небо, белая морская пена.

Неслучайно действие происходит на безлюдном морском берегу: именно это пространство позволяет герою почувствовать себя первым человеком, а возлюбленную – первой женщиной, то есть обратиться к архаическим началам жизни, одним из которых и является любовь. Кроме того, эпизод появления из вод прекрасной женщины представляет собой явную аллюзию на сюжет рождения богини Афродиты из морской пены, который можно увидеть, например, на картине Сандро Боттичелли.

Наиболее важным для понимания эмоций персонажа является второе предложение, из которого и состоит большая часть абзаца. В главном предложении герой сообщает, что был покорен увиденным, и оно натолкнуло его на ряд самых разных мыслей, которые и раскрываются в ряде придаточных, каждое из которых является изъяснительным и присоединяется союзом «daß». Подобная структура позволяет нам увидеть планомерное развитие мыслей персонажа и кульминацию его эмоций в последнем предложении, где Роберт приходит к выводу, что все вышеперечисленное – непостижимое, невероятное чудо.

К пятой группе относятся размышления персонажей о будущем их отношений. В книге Р. Барта «Фрагменты влюбленного» подобный дискурс именуется «Идеями развязки». К подобным идеям относятся, в числе прочего, «идея самоубийства, идея разрыва, идея уединения, идея путешествия, идея жертвы и т.д.» [5, с. 56]. Герои романов Ремарка с их реалистическим взглядом на жизнь прекрасно понимают, что ничего удержать невозможно, и потому с тоской заранее готовят себя к разрыву.

Так, в романе «Три товарища» главный герой, поняв, что влюбляется в героиню, сознательно стремится замедлить развитие их отношений, так как боится, что привяжется к ней слишком сильно:

(7) *«Ich betrachtete die alten beleuchteten Landkarten, die Schiffe mit ihren vergilbten Segeln und dachte an Pat. Ich hätte sie gern angerufen, aber ich zwang mich, es nicht zu tun. Ich wollte auch nicht soviel an sie denken. Ich wollte sie nehmen als ein unerwartetes, beglückendes Geschenk, das gekommen war und wieder gehen würde — nicht mehr. Ich wollte nie dem Gedanken Raum geben, daß es mehr sein könnte. Ich wußte zu sehr, daß alle Liebe den Wunsch nach*

Ewigkeit hatte und daß darin ihre ewige Qual lag. Es gab nichts, was blieb. Nichts» [4, с. 69].

Приведенный отрывок полон тяжелых и грустных размышлений центрального персонажа, что усиливается финальной парцелляцией и повтором частицы «nichts». В этом отрывке находят отражение желания персонажа: для их передачи автор трижды использует глагол «wollen» («хотеть»), причем три центральных предложения отрывка начинаются одинаково, с фразы «Ich wollte». Данный параллелизм усиливает желание персонажа не превращать отношения с Патрицей во что-то по-настоящему серьёзное, а также показывает стремление Роберта убедить самого себя в том, что он на самом деле этого хочет. Герой, таким образом, не отдает себе отчет в том, что уже влюбился в Патрицию и в глубине души мечтает удержать её. Горячее желание персонажа передается и с помощью глагольной формы конъюнктив II: хотя Роберт и любит Патрицию, он не хочет, чтобы их отношения превращались во что-то серьёзное («*Ich wollte nie dem Gedanken Raum geben, daß es mehr sein könnte*»). Примечательно также использование в данном отрывке средств художественной выразительности: возлюбленную герой сравнивает с неожиданным и дарящим счастье подарком, а при характеристике самого чувства любви использует персонификацию. Э.М. Ремарк метафорически описывает суть любви для его героя: Роберт считает, что любовь стремится к вечности и потому обрекает себя на вечную муку, поэтому он и не хочет доводить до подобной драмы свои легкие и нежные отношения с Пат.

Ещё более тяжелые размышления о будущем можно встретить в романе «Триумфальная арка». Главный герой этого произведения – реалист, прекрасно понимающий, что его отношений с возлюбленной нет будущего, так как, во-первых, он в принципе не может предложить ей никакой стабильности из-за тяжелой политической ситуации, в которой они живут, а во-вторых, его возлюбленная попросту не создана для постоянства и рано или поздно его покинет. Все эти мысли находят отражение в следующем размышлении:

(8) «*Es würde nicht bleiben. Es war viel zu viel Anfang in diesem anderen Leben, als daß es schon bleiben konnte. Unschuldig und ohne*

Rücksicht, wie eine Pflanze zum Licht, wandte es sich der Versuchung und der bunten Vielfalt eines leichteren Daseins zu. Es wollte Zukunft – und alles, was er ihm geben konnte, war etwas schäbige Gegenwart. Noch war nichts geschehen. Das war auch nicht nötig. Alles entschied sich immer lange vorher. Man wußte es nur nicht und hielt nur das spektakulöse Ende für die Entscheidung, die längst, Monate vorher, lautlos gefallen war» [3, с. 322–323].

Уже в первом предложении мы видим, что персонаж несколько не обманывает себя и, как бы ему ни хотелось поверить в обратное, констатирует, что отношения неминуемо закончатся. Следом за этим идет психологический анализ характера его возлюбленной: она моложе него, у неё в жизни многое только начинается, поэтому она не может остаться со старым возлюбленным надолго. Уже в этом предложении можно заметить первое противопоставление: девушка не может остаться с главным героем, так как перед ней открыто много нового, а подобное состояние, стремление к будущему, несовместимо с отношениями с центральным персонажем. Далее эта мысль вербализируется в более конкретных лексемах: жизнь Жоан – это будущее, а его жизнь – настоящее. «Zukunft» и «Gegenwart» оказываются в данном предложении контекстными антонимами, делающими смысл отрывка максимально прозрачным. Примечательно, что автор характеризует «настоящее» эпитетом с отрицательной коннотацией «жалкий» («schäbige»), еще сильнее противопоставляя его будущему. Интересно, что поведение Жоан в данном отрывке метафорически сравнивается с ростом растения, которое тянется к свету. Герой, таким образом, находит подсознательное стремление возлюбленной к лучшей жизни вполне естественным, биологически заложенным в человеке и несколько не винит её за это.

Предложение «*Noch war nichts geschehen*» подводит черту под первой частью размышлений героя и в то же время отражает его надежду: несмотря на все тяжелые думы, пока ещё влюбленные вместе и счастливы. Однако надежда оказывается ложной: уже в следующем предложении Равик разрушает её обращением к общечеловеческому опыту, говорящему о том, что подобные ситуации всегда решаются заранее, задолго до фактического

разрыва. Финальное предложение неслучайно строится как неопределенно-личное: автор смещает фокус с частной ситуации главных действующих лиц на отношения людей вообще, и Равик, наученный глобальным человеческим опытом, прекрасно понимает, что не в силах противостоять неизбежному.

Отдельное внимание следует уделить связи размышлений героев о любви с экстралингвистическим контекстом. Согласно определению любовного дискурса, сформулированному О.А. Велюго, «дискурс любви – речь влюбленного от лица персонажа, рассказчика или автора, понимаемая в аспекте диалога с другими в связи с экстралингвистическим контекстом» [2, с. 10]. Обратимся к заключительной части этого определения. Эрих Мария Ремарк – писатель, творивший в крайне сложный исторический период, ставший свидетелем двух мировых войн и ужасных социально-политических кризисов, сотрясавших его родную страну на протяжении почти всего XX века. Страшная реальность, в которой жил писатель и в которой, как следствие, оказываются его герои, является значимым аспектом экстралингвистического контекста в прозе Ремарка. Так, размышления о любви главного героя романа «Триумфальная арка» тесно связаны с политической ситуацией, в которой он живет. Равик – эмигрант, нелегально работающий в Париже, сбежавший из застенков концлагерей и прекрасно понимающий, что мир находится на пороге новой мировой войны. Это осознание не позволяет герою отдаться чувствам, он не понимает, как можно влюбляться, когда вокруг творятся ужасные вещи:

(9) *«Eine sonderbare Nacht, dachte er. Irgendwo wird jetzt geschossen, und Menschen werden gejagt und eingesperrt und gequält und gemordet, und ein Stück friedliche Welt wird zertreten, und man ist da und weiß es und ist hilflos, und in den hellen Bistros summt es von Leben, niemand kümmert sich, Menschen gehen ruhig schlafen, und ich sitze hier mit einer Frau zwischen bleichen Chrysanthenblüten und einer Flasche Calvados, und der Schatten der Liebe steigt auf, schauernd, fremd und traurig, einsam auch sie, vertrieben aus den sicheren Gärten der Vergangenheit, scheu und wild und rasch, als hätte sie kein Recht...»* [3, с. 229–230].

В приведенном отрывке все размышления Равика, состоящие из самых разных

образов и мыслей, являются одним предложением. Автор стремится передать поток сознания героя, перетекание одной мысли в другую, причем смысловые отрезки соединяются союзом «и». Таким образом, Э.М. Ремарк объединяет в одном предложении и размышления героя о реальности в его родной стране, Германии, и его отношение к происходящим событиям, и объективную реальность героя, в которой он находится в настоящий момент – ночь в отеле в Париже, где течет бурная мирная жизнь. Воспоминание о прошедших годах и отношение к страшному настоящему определяет восприятие Равиком его связи с Жоан: герой не может полностью отдаться чувствам, он анализирует их и свое отношение к ним. Рефлексия героя интересна и со стилистической точки зрения. Для характеристики любви автор использует ряд эпитетов, причем все упомянутые прилагательные и причастия так или иначе связаны с грустью и печалью, в то время как обычно любовь ассоциируется с чем-то положительным, позитивным. Кроме того, чувство любви персонифицируется: печальны не влюбленные, а сама любовь, именно её автор называет «пугливой» и «топливой», хотя очевидно, что такие качества присущи только живым существам. Персонификация позволяет подчеркнуть драматизм отношений персонажей, когда даже их чувство, изначально светлое, оказывается омраченным из-за того времени, в котором они живут. Этой же цели служит метафора *«vertrieben aus den sicheren Gärten der Vergangenheit»*, подчеркивающая, что любовь – это небесный дар, чувство, зародившееся в Райских садах, однако теперь оно изгнано оттуда, ему нет места и пристанища в мире, где находятся Равик и Жоан.

Заключение

Таким образом, размышления персонажей о любви условно можно разделить на 5 групп. В основном подобные рассуждения построены в форме длинных предложений с большим количеством придаточных и второстепенных членов, среди которых важную роль играют противопоставления. Автор использует обилие стилистически средств, таких как метафора, эпитет, персонификация, гипербола. Размышлениям героев также присуща философичность и метафоричность.

Кроме того, на восприятие героями любви оказывает большое влияние экстралингвистический контекст.

Литература

1. Дейк Т.А. ван. Язык. Познание. Коммуникация. Б.: БГК им. И. А. Бодуэна де Куртенэ, 2000. 308 с.

2. Велюго О.А. Дискурс любви или любовный дискурс? Комментарий к терминологи-

ческому аппарату. Вестник Белорусского государственного экономического университета. 2016. № 1. С. 8-12.

3. Remarque E.M. Arc de Triomphe. К.: Kiepenheuer&Witsch, 1988. 729 S.

4. Remarque, E.M. Drei Kameraden. М.: Verlag für fremdsprachige Literatur, 1960. 455 p.

Барт Р. Фрагменты речи влюбленного. М.: Ad Marginem, 1999. 432 с.

DISCOURSE OF LOVE IN PROSE OF E.M. REMARQUE

A. A. Kafidova, E. V. Bespalova

The article is devoted to the analysis of thoughts about love of the heroes of E. M. Remarque's novels "Three Comrades" and "Arc de Triomphe". Reflections on love are considered as fragments of the discourse of love. Fragments of reflections on love obtained using the continuous sampling method are analyzed at the thematic, lexical-syntactic, grammatical and stylistic levels. The thematic classification of reflections is carried out taking into account the situational context, reflections and analysis of the hero's own feelings are identified; thoughts about lovers; philosophical reflections on love in general; reflections caused by impressions from the contemplation of beloved; thoughts about the future of love relationships. The consideration of extralinguistic context in the perception of love by the characters is integrated.

Key words: reflections on love, fiction, extralinguistic context, text linguistics, German-language novel.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© Kafidova A. A., Bespalova E. V., 2024.

Kafidova Anna Andreevna (annakafidova@gmail.com),

4th year student of the Faculty of Philology and Journalism of Samara University,

Bespalova Ekaterina Viktorovna (bespalova.ev@ssau.ru),

associate professor of the Department of German Philology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 303.643.23

ЯЗЫКОВАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АТТРАКТИВНОЙ ФУНКЦИИ В НАЗВАНИЯХ YOUTUBE-ВИДЕО (НА ПРИМЕРЕ ВИДЕОБЛОГА “THE DIARY OF A CEO”)

Ю. И. Мокеева, А. М. Пыж

В данной работе исследуются способы реализации аттрактивной функции в заголовках видеороликов с использованием различных языковых средств. На примере видеоблога “The Diary of a CEO” доказываем важность интеграции риторических, стилистических и организационных приёмов в оформлении заголовков, направленных на привлечение и удержание внимания аудитории. Названия видео, в которых реализуется аттрактивная функция, нацелены на создание эмоционального резонанса и побуждения зрителя к действию. Используемые способы представления информации и привлечения внимания зрителя могут служить примером для создателей видео, стремящихся к эффективному использованию платформы YouTube для распространения своих идей и продуктов.

Ключевые слова: коммуникативные функции языка; риторические приемы влияния; языковые средства влияния; стилистическое оформление; заголовки.

В современном мире, в условиях глобализации цифровых технологий и социальных медиа, язык выступает не только в качестве средства медийной коммуникации, но и в качестве инструмента, способного оказывать значительное влияние на пользователей медийных ресурсов. Платформа Youtube как один из ведущих мировых агрегаторов видеоконтента ежедневно привлекает к просмотру публикуемой на платформе информации огромное количество зрителей, что делает её важным объектом для научного изучения.

Особенно актуальным в наши дни становится исследование языковых приёмов, используемых с целью привлечения внимания зрителей к видеороликам на Youtube. Заголовки видео являются первичным элементом, привлекающим внимание потенциального зрителя и определяющим его ожидания от содержания видео. В этом контексте анализ языковых средств, используемых в заголовках к видеороликам, приобретает исключительную важность для понимания того, какие лингвистические стратегии могут повлиять на уровень вовлечённости аудитории.

Целью данного исследования является анализ языковой реализации аттрактивной функции в названиях видео на Youtube на примере видеоблога The Diary Of A CEO. Исследование направлено на выявление и анализ коммуникативных функций языка с приоритетным вниманием к аттрактивной функции. Ключевыми задачами в рамках данной работы являются: (1) определение понятий «коммуникативные функции языка», «аттрактивная функция»; (2) классификация приёмов, используемых с целью привлечения и удержания внимания; (3) анализ способов реализации данных приёмов через различные языковые средства на выбранном материале.

Объектом исследования выступает языковая реализация аттрактивной функции; предметом исследования являются названия видео на Youtube, рассматриваемые в рамках исследуемого видеоблога.

Условия и методы исследования

Методологическую базу исследования составляют методы лингвистического анализа, включающие контент-анализ и дискурс-

© Мокеева Ю. И., Пыж А. М., 2024

Мокеева Юлия Ильинична (mokeevayulia21@gmail.com),

студент III курса факультета филологии и журналистики Самарского университета,

Пыж Анна Михайловна (pyj@inbox.ru),

доцент кафедры английской филологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

анализ. Данные методы позволяют провести всесторонний анализ изучаемых явлений и выявить специфику реализации аттрактивной функции в названиях видео.

Объём выборки составляет 100 единиц, при том, что под одной единицей подразумевается один заголовок к названию одного видеоролика на Youtube-канале The Diary of a CEO.

Результаты и их обсуждение

В соответствии с определением из словаря-справочника лингвистических терминов Д. Э. Розенталя и М. А. Теленковой, функции языка описываются как использование потенциальных свойств его средств в речи для достижения различных целей [1]. Одной из ключевых функций языка является коммуникативная функция, которая заключается в том, что язык способен передавать некое логическое содержание и выступать средством человеческого общения [2]. При этом коммуникативная функция может выступать в виде как отдельной функции языка, так и категории, объединяющей в себе другие, более частные функции: информативную, экспрессивную, поэтическую, эстетическую и другие. Особый интерес в рамках данного исследования представляет аттрактивная функция, заключающаяся в привлечении и удержании внимания получателя определённого сообщения, в частности посредством изменения его взглядов или эмоциональной реакции на обсуждаемую проблему [3].

Существует множество подходов к реализации аттрактивной функции. Один из подходов заключается в анализе канала коммуникации с целью определения способов создания привлекательного продукта, включая письменные, устные, визуальные и мультимодальные (комбинированные) формы. Кроме того, упоминаются классификации, основанные на методах вовлечения аудитории, ожидаемой эмоциональной реакции и других аспектах. В лингвистическом контексте аттрактивная функция может реализовываться посредством различных риторических приёмов, являющихся составляющими теории выразительной речи, теории красноречия, ораторского искусства. А. В. Иволгин предлагает следующую типологию риторик, способных повлиять на реципиента дискурса: воздействие, убеждение,

манипуляция [4]. Каждый из этих методов имеет собственную цель и специфические способы реализации в языке.

В соответствии с определением, приведённым в энциклопедическом словаре по психологии и педагогике (по: [5]), термин «воздействие» интерпретируется как целенаправленная передача информации от одного члена социума к другим. А. А. Ивин определяет речевое воздействие как способ влияния на установки и поведение индивидов или групп с помощью различных языковых средств [5]. В частности, в медийной сфере передача информации нацелена преимущественно на вызов у аудитории эмоционального резонанса и последующего интереса к обсуждаемому вопросу. Инструменты, используемые для достижения этого результата, включают эмоционально окрашенные слова и так называемые триггеры любопытства, числа и списки, а также словесные единицы с лексическим компонентом эксклюзивности, способствующие созданию ощущения уникальности предлагаемой адресату информации.

Понятие убеждения как метода психологического влияния представляет собой осознанное, аргументируемое воздействие на человека или группу людей, целью которого является изменение их суждений, отношений, намерений или решений [6]. Эффективность убеждения в значительной степени зависит от уровня доверия к говорящему, поскольку именно оно значительно повышает шансы на принятие его аргументов аудиторией. В контексте заголовков используются различные техники убеждения, такие как прямые обещания решения определённых проблем, использование контрастов и противопоставлений, а также цитат и афоризмов для подкрепления аргументации. Особый интерес представляет техника «аппелляция к авторитету», для которой существует отдельный термин – «неймдроппинг». Под данным термином понимается упоминание человеком имён известных людей, которых он знает или встречал, с целью усиления воздействия на окружающих [7].

Манипуляция, как определяется в литературе по психологии, является деятельностью, направленной на изменение восприятия или поведения людей с использованием скрытых, обманных методов [8]. Манипулятивные

методы часто основаны на логических заблуждениях или извлечении выгоды из недостаточной осведомлённости аудитории о какой-либо теме или проблеме. Они могут реализовываться посредством создания ощущения срочной необходимости в решении какого-либо вопроса, игры на страхах людей. При задействовании техник манипуляции могут использоваться слова с намеренно определённым лексическим компонентом или коннотативным значением, а также вопросительные формы, в том числе риторические вопросы, делающие возможным скрытое, ненавязчивое влияние на реципиента.

В качестве материала для исследования был выбран британский Youtube-канал *The Diary Of A CEO*. Тематикой данного канала являются интервью с экспертами различных областей, в частности, медицинской сферы, а также с лицами, занимающими руководящие должности в известных организациях, и другими общественными деятелями. Выбор был обусловлен высоким уровнем вовлечённости аудитории в просмотр видеоконтента, публикуемого в данном видеоблоге, а также широким спектром освещаемых в нём тем, что представляет богатый материал для лингвистического анализа.

Анализ структуры заголовков к видеороликам выявил наличие трёх ключевых компонентов, каждый из которых вносит значительный вклад в формирование интереса и ожиданий потенциального зрителя от содержания видео. Важно отметить, что в самом структурном оформлении заголовков реализуется организационный подход к привлечению внимания аудитории. Целенаправленное использование определённого порядка элементов и их повторяемость способствуют облегчению их восприятия пользователем и повышают вероятность появления в его сознании ассоциативных связей.

Первый компонент названия видеоролика, как правило, включает упоминание лица, принимающего участие в интервью в данном видео. В данном случае эффективность привлечения внимания достигается за счёт техники *нейм-дроппинга*. При этом способы представления персоны варьируются в зависимости от её профессионального статуса или наиболее интересных аспектов биографии, способных вызвать у аудитории

определённую эмоциональную реакцию.

Первым способом является непосредственное указание имени интервьюируемого. Данный подход предполагает, что упоминаемая личность достаточно известна для того, чтобы её имя было знакомо неподготовленному зрителю. Примеры включают упоминание Ника Кэннона, американского актёра и комика, имя которого способно привлечь поклонников его творчества; Адама Гранта, американского психолога и автора, способного заинтересовать людей, увлекающихся психологией; Джимми Карра, британского стендап-комика, и т.п.

Второй способ заключается в указании профессии или сферы профессиональной деятельности собеседника, что позволяет потенциальному зрителю мгновенно понять тематику обсуждения и предлагаемую специфическую информацию. Этот подход часто предполагает использование упрощённых наименований и формулировок, таких как *Weight Loss Scientist* вместо *Nutritionist*, *The Money Making Expert* или *The Man Who Followed Elon Musk Everywhere*, что намекает на тематику обсуждения. В данном случае задействуется стилистический приём, способствующий облегчению восприятия и делающий предлагаемую в терминологическом виде информацию более доступной для зрителя. Данный способ расширяет понимание зрителем контекста видеоролика и подчеркивает значимость определённой информации, что делает её более привлекательной для аудитории с конкретными интересами.

Третий вариант включает упоминание занимаемой лицом должности, как правило, в престижной или известной организации. Примеры включают такие должности, как *Harvard Professor*, *Airbnb CEO*, *Spotify Founder*. Данный метод добавляет видеоролику авторитетности и убедительности, а также поднимает статус интервью. К примеру, аудитория может ощутить интерес к теме правильного образа жизни, зная, что зрители услышат о личном опыте профессора Гарварда. Таким образом, упоминание подобных должностей заставляет зрителя рассчитывать на получение качественных знаний от лица, которое представляется ему заслуживающим доверия.

При выборе из трёх приведённых способов в расчёт принимается то, какой из аспектов

биографии персоны в данном случае или создаёт наибольшее ощущение её авторитетности в глазах зрителя, или способен вызвать у него наибольший эмоциональный отклик и последующий интерес к содержанию видео.

Построение второго структурного компонента названия может осуществляться тремя способами. Первый способ предполагает использование коротких, зачастую состоящих из одного слова, восклицательных предложений. Данная стратегия направлена на создание в сознании потенциального зрителя ощущения неотложности в ознакомлении с предлагаемой ему информацией, а также на создание иллюзии эксклюзивности этих данных. Это, в свою очередь, побуждает аудиторию действовать быстро для того, чтобы не пропустить важные или уникальные сведения. Для достижения такого результата используются лексические единицы с компонентом предупреждения и срочности в таких предложениях, как: *Warning!*, *Emergency episode!*, *It's urgent!*, а также лексические единицы с компонентом исключительности (*Exclusive!*, *A special episode!*).

Второй способ заключается в использовании восклицательных предложений с прямым обращением к зрителю: *«Your phone screen is destroying your brain!»*; *«They're lying to you about running, breathing and sitting!»*; *«You're being manipulated!»*. Подобные предложения несут в себе элемент неожиданности и способны вызвать в человеке такие эмоции, как испуг, возмущение и последующее любопытство к подробной информации о той или иной проблеме. Обращение во втором лице создает эффект личного участия и вовлечения в обсуждаемый вопрос.

Третий способ заключается в использовании инструкций и руководств, предлагающих зрителю способы решения определённой проблемы. Примеры использования таких конструкций включают: *How To Turn Your Life Around In 2024!* или *How To Finally Beat Stress, Worry & Uncertainty!*. В подобных предложениях часто используются числа в таких словосочетаниях, как, например, *3 Simple Steps*, *4 Body Language Tricks*, *The Top 7 Hacks*. В данном случае реализуется стилистический приём, который за счёт использования числовых значений делает передаваемое сообщение конкретным и заставляет информацию

казаться структурированной и легко усваиваемой. В свою очередь, предложение к вниманию зрителя инструкций и руководств помогает аудитории увидеть практическую полезность просмотра, представляя четкую перспективу решения конкретных проблем и улучшения качества жизни людей.

Третий компонент, заключительная часть названия, может дополнительно упоминать имя интервьюируемого, если оно не было включено в первый компонент, что завершает структурное оформление заголовка. Это приобретает особую важность в том случае, если первоначальное внимание зрителя было направлено на тему обсуждения или его уникальную ценность, а не на персональную узнаваемость гостя. Такое распределение акцентов подчеркивает гибкость в привлечении внимания к различным аспектам видеоконтента.

Заключение

На основании приведённых сведений важно отметить, что эффективность реализации аттрактивной функции в заголовках видео на Youtube в значительной степени зависит от использования различных языковых средств, направленных на привлечение и удержание внимания аудитории. Названия видео, в которых реализуется аттрактивная функция, нацелены на создание эмоционального резонанса и побуждения зрителя к действию. Эти цели достигаются за счёт интеграции риторических, стилистических и организационных приёмов при создании заголовков.

Исследование подтверждает, что выбранные стратегии действительно влияют на уровень вовлечённости аудитории в просмотр видеоконтента, как показывает анализ Youtube-канала The Diary Of A CEO. Используемые способы представления информации и привлечения внимания зрителя могут служить примером для создателей видео, стремящихся к эффективному использованию платформы Youtube для распространения своих идей и продуктов.

Литература

1. Розенталь Д. Э., Теленкова М. А. Словарь-справочник лингвистических терминов. URL: <http://rus-yaz.niv.ru/doc/linguistic-terms/fc/slovar-212.htm#zag-1814> (дата обращения: 14.04.2024).

2. Михальченко В. Ю. Словарь социолингвистических терминов. URL: <http://sociology.niv.ru/doc/dictionary/sociolinguistics/fc/slovar-212.htm#zag-793> (дата обращения: 14.04.2024).
3. Леденева В. В., Маркелова Т. В., Петрушина М. В. Теория текста: практикум. М.: МГУП, 2009. 132 с.
4. Иволгин А. В. Особенности реализации аргументативно-риторического общения в журнальной публикации жанра «письмо редактору» // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2022. № 8 (863). С. 50–56.
5. Ивин А. А. Риторика: искусство убеждать. М.: Гранд: Фаир-пресс, 2002. 299 с.
6. Викулова А. А. Убеждение как метод психологического воздействия в профессиональном общении юриста // Интеллектуальный потенциал XXI века: степени познания. 2011. № 7. С. 104–107.
7. Oxford Advanced Learner's Dictionary. URL: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/name-dropping?q=name-dropping> (accessed: 17.04.2024).
8. Доценко Е. Л. Психология манипуляции: феномены, механизмы и защита. М.: ЧеРо, 1997. 344 с.

LINGUISTIC IMPLEMENTATION OF THE ATTRACTIVE FUNCTION IN YOUTUBE VIDEO TITLES (BASED ON THE VIDEOBLOG “THE DIARY OF A CEO”)

Yu. I. Mokeeva, A. M. Pyzh

This paper explores ways of implementing the attractive function in video clips using various language means. The Diary of a CEO demonstrates the importance of integrating rhetorical, stylistic and organizational techniques into the design of titles aimed at attracting and retaining audience attention. The titles of videos that implement an attractive function are aimed at creating emotional resonance and prompting the viewer to action. The ways in which they present information and draw attention to the viewer can serve as an example for video creators who are looking to use the YouTube platform for the promotion of their ideas and products.

Key words: communicative functions of language; rhetorical approaches; linguistic means of influence; stylistic design; headings.

Статья поступила в редакцию 10.05.2024 г.

УДК 811.161.1

БЕЗЛИЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ДЕТСКОЙ РЕЧИ: ТИПОЛОГИЯ И СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Е. А. Сармаева, Н. А. Чернявская

Данная статья представляет собой исследование закономерностей формирования и функционирования безличных конструкций в онтогенезе речевой способности ребенка. Установлено, что все основные типы безличных предложений формируются у детей на ранних этапах языкового и когнитивного развития – в возрасте от 2-х до 3-х лет. Обнаружено, что первыми в речи детей появляются предложения, обозначающие состояние окружающей среды и живого существа, а также конструкции с модальной семантикой необходимости. Чуть позже в детской речи появляются предложения, обозначающие действие стихийных сил и частные виды модальной оценки действия – прагматическую, перцептивную, эмоциональную, этическую оценку, в основе которых лежит не только личный, эмпирический, но и коллективный, социальный опыт. Рассмотренные нами безличные конструкции отражают особенности детского мышления: экспрессивность, аффективность, эгоцентризм, анимизм. Раннее возникновение и активное употребление безличных предложений подтверждают актуальность этих синтаксических моделей для повседневной коммуникации и их универсальность для обозначения действия или признака безотносительно к его субъекту.

Ключевые ³ **слова:** детская речь, безличные предложения, категория состояния, когнитивное развитие, онтогенез.

Условия и методы исследования

Уникальным феноменом для изучения зарождения языковой и ментальной способности человеческой личности является детская речь. Лингвокогнитивный анализ детских высказываний позволяет выявить механизмы, лежащие в основе речевой деятельности всех говорящих на данном языке [1, с. 220]. В формировании коммуникативной компетенции человека решающую роль играет овладение синтаксическим строем речи: расширение репертуара синтаксисом и усложнение структуры предложений свидетельствуют о совершенствовании навыков восприятия, анализа и репрезентации многообразных связей между реалиями и развитии логического мышления.

Объектом нашего исследования являются безличные конструкции в детской речи в аспекте выявления особенностей детского мышления.

Безличными называются такие одноставные (бесподлежащие) конструкции, в которых речь идет о действии или состоянии

безотносительно к действующему лицу. Актуальность работы определяется тем, что безличные предложения в наибольшей степени присущи именно русскому языку и мышлению русского человека: для русской языковой картины мира характерны такие категории, как неизбежность, предрешенность событий, их независимость от воли человека. Такие предложения отражают происходящие процессы и явления как спонтанные, не поддающиеся сознательному контролю.

Безличная конструкция представляет собой особую модель отражения действительности, и ее освоение предполагает определенный уровень когнитивного развития носителя языка. Поскольку семантика рассматриваемых конструкций носит преимущественно бытийный характер, они представляют собой, по словам А. М. Пешковского, «первую попытку критически разобраться в окружающем» [2, с. 318].

В ходе работы нами был собран языковой материал в количестве более 500 текстовых

© Сармаева Е. А., Чернявская Н. А., 2024

Сармаева Екатерина Алексеевна (katerinasarm2002@gmail.com), студент IV курса факультета филологии и журналистики Самарского университета, Чернявская Надежда Анатольевна (Chia20081@yandex.ru), доцент кафедры русского языка и массовой коммуникации Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

примеров, содержащих безличные конструкции. В качестве основных источников материала использовались словари В. К. Харченко [3; 4], кроме того, привлекались фрагменты детской речи, размещенные на специализированном сетевом ресурсе [5]. Мы анализировали речь детей в возрасте от 2 до 7 лет.

В процессе исследования использовались методы лингвистического наблюдения, описания, семантико-грамматического, контекстуального и дискурсивного анализа.

Результаты и их обсуждение

Отличительной особенностью грамматической семантики безличных предложений является значение стихийности, непроизвольности передаваемого действия или ситуации [6, с.142]. Например: *Мне скучно... хочется что-то разбить!* (3); *Хорошо вам на работе! Там спать не заставляют!* (5); *В комнате, как в печке, тепло* [5]; *Паука сбрызнуло в море* (3); *Почему так насугрбило?* (5); *Заправлю майку в колготки, чтоб под желудок не дуло!* (6); *Мне с тобой ласково-преласково!* (6). Сказуемое в безличном предложении выражает, таким образом, признак, не ограниченный рамками определённого субъекта. Это признак временный, ситуативный, присущий ситуации в целом, а не отдельному предмету [6, с.142].

В ходе исследования нами была разработана семантико-грамматическая классификация детских безличных предложений. Мы выделили следующие смысловые типы конструкций: состояние окружающего мира; состояние живого существа; воздействие на объект стихийных сил; отсутствие чего-либо; оценка действия.

Обратимся к характеристике выявленных групп.

Безличные конструкции, которые передают **состояние окружающего мира**, появляются в самом раннем возрасте – начиная с 2-х лет – и отражают эмпирический опыт ребенка – освоение окружающего пространства и его параметров (размера, расстояния, освещения, влажности, температуры): *Здесь жарко* (2); *Холодно. И снег идет* (3); *А на воздушных шарах там высоко* (3); *Здесь мелко* (4); *Пап, уже 8 вечера, а ещё светло* (6). Первые безличные предложения представляют собой однословную или двусловную структуру, которая

включает предикатив и обстоятельство место: *там, тут, здесь, на улице, дома*.

Показательно, что даже маленькие дети часто не ограничиваются констатацией наблюдаемого факта, а предпринимают некие действия или изменяют свое поведение в зависимости от состояния окружающей среды: *Темно* (2) – произносит и включает свет; *Здесь глубоко, медленно иду* (3) – шагает по глубокому снегу; *На улице холодно. Надо одеть двое штанов* (6).

С трехлетнего возраста дети способны фиксировать динамику наблюдаемых процессов: *Сейчас тут сделается более тепло* (3); *Солнце уже за небо идет. Сейчас уже будет поздно* (3); *Всегда где-то место освобождается, где-то занимается, где-то становится чисто – где-то становится грязно* (4); *В пять часов дня уже начинает темнеть* (5); обращают внимание на интенсивность проявления признака: *На улице так морозильно!* (4); *Стало сильно жарко* (5); *А вчера было ещё очень порядочно холодно!* (7). В более старшем возрасте дети сопоставляют ситуации на основе общего параметра: *У нас сухо, у них дождик* (6); *Днём от Солнца светло и тепло, ночью от Луны темно и холодно* (6); *В лесу темно, а в парке светло* (6); осмысливают и выстраивают причинно-следственные связи между явлениями: *На улице пасмурно, и людям грустно* (5); *Что-то мокро – наверно, поливали* (5); *А во дворе от огня дома будет светло* (5).

Как видим, в таких конструкциях в качестве сказуемых используются, главным образом, слова категории состояния. Из безличных глаголов в раннем возрасте широко употребляется только глагол *пахнет* – дети используют эту модель, когда ощущают неприятный, резкий или приятный запах – прелых осенних листьев и других природных явлений, духов, конфет, красок: *Баб, у тебя пахнет краской* (5); *Пахнет дождём, как осенью* (7); *Вкусно пахнет снегом* (6); *Мыло пахнет антисептиком!* (7).

В старшем дошкольном возрасте состав лексики, способной характеризовать состояние окружающего мира, расширяется: *Здесь ветрено* (7); *Люблю, когда пасмурно* (6); *Какое настроение сегодня хорошее! Потому что солнечно!* (7); *Я шел, было мраморно, мрачно, как перед грозой* (7).

Интересны контексты, где восприятие и оценка ребенком погодных условий и связанных с ними действий людей отличаются от восприятия взрослого носителя языка: В.: *Какая мерзкая погода – всё течёт, скользко! Вова аж два раза упал – мокрый весь!* Р. (радостно): *Какая там хорошая погода! Так скользко, я аж два раза упал!* (5).

В целом в материале преобладают визуально и тактильно воспринимаемые признаки, аудиальные ситуативные характеристики не актуальны для детей, это подтверждается отсутствием в составе безличных конструкций предикативов *тихо*, *шумно* и *под*.

Вторая выделенная нами группа – **состояние живого существа**. Это более актуальный для ребёнка тип безличных предложений, так как его собственное состояние для него важнее, чем состояние окружающих объектов. Используя эту модель, ребенок познаёт себя и учится адекватно объяснять ситуацию взрослым. Чаще всего дети отмечают свое физиологическое состояние, связанное с телесными ощущениями, – оценивается температура: *Мне жарко в коне* (2) – сидит на деревянном коне на площадке детского сада; *Без шапки мне тепло* (2); физический комфорт или дискомфорт: *В этих варежках так мягко* (5); *Мне так неудобно* (3); *Мне будет тяжело* (3); *И мне слишком душно!* (4); наличие или отсутствие боли: *Мне больно будет* (3), *Мне ж не больно* (3). Нередко ребенок выражает собственное эмоциональное состояние, используя лексемы *скучно*, *страшно*, *весело*, *грустно* и *под*: *А потом мне обидно было* (3); *Я не пойду, мне страшно* (5); *Мама, папа идите скорее сюда, мне тут без вас очень одиноко!* (7).

Контексты, где дети отмечают состояние другого человека, встречаются реже. Эгоцентризм детского мышления отчасти преодолевается в возрасте 4-х лет, когда ребенок начинает обращать внимание на эмпирические признаки внутреннего состояния окружающих его взрослых и даже предлагает сильную помощь в его преодолении: *Бабушка, тебе грустно?* (4); *Чтобы тебе не было страшно* (4) – включает настольную лампу, обращаясь к маме; *На, возьми, чтобы нескучно было!* (4) – протягивает игрушку; *Мама, тебе холодно?* (5); *Внимание, мама, сейчас тебе будет весело!* (7) – выдувает

мыльные пузыри.

Вместе с тем дети часто характеризуют состояние животных: *Мама, ему там душно, я проветриваю* (3) – открыла клетку с хомяком; *Ему же холодно!* (3) – о пауке; *А ему скучно* (5) – о коте; *Ежику было тяжело* (7); а также приписывают неодушевленным реалиям человеческие качества, способность чувствовать и ощущать дискомфорт: *Баб, а земле больно, когда её копают?* (5); *А тряпке больно, когда она упала?* (5); *Я знаю эти конфеты. Они становятся липкие, когда им жарко* (6).

Ближе к семи годам эта модель расширяется за счет конструкций, выражающих ментальное состояние человека с использованием глаголов *хочется* и *верится*: *Баб, а тебе верится, что вселенная бесконечна?* (7); *Хочется чего-нибудь сладенького* (7); *Мне так хочется, чтобы у нас под окошечком жили птички!* (6).

Третья группа – **воздействие на объект стихийных сил** – самый малоупотребительный тип в детской речи, но самый разнообразный, так как подразумевает более сложные семантические и логические связи.

Употребляя предложения данного типа, ребёнок часто образует окказиональные глагольные формы в попытке экспрессивно передать мысль: *трясануло*, *подуто*, *сжгло*, *задождило*. Например: *Я иду лезть посмотреть, где огонь! Меня сжгло* (4); *А вдруг тебя засыпет цементом, камнями и пылью!* (4) – о ремонте в квартире; *Меня трясануло* (6); *Баб, а у нас одну лампочку вырвало [из люстры]* (5); *Мама, посмотри, как задождило всю улицу* (6). Глагольные лексемы в этих конструкциях обозначают экспрессивные, интенсивные действия, что подтверждает склонность детей к аффектам и гиперболизации.

Интересно, что дети часто используют окказиональную безличную форму вместо личного глагола, снимая с себя ответственность за ситуацию и переключая ее на некие обстоятельства: *Меня подскользнуло на турнике: мокрый!* (7); *О! Застралясь* (3) – о палке, застрявшей в бордюре.

Четвертая группа – **отсутствие чего-либо**. Это довольно простая и в то же время актуальная конструкция, которая очень часто употребляется в детской речи. Сказуемое в большинстве случаев выражено предикативом

нет и его производными *не было, не будет*, также используется просторечная форма *нету*; позже состав предикатов расширяется: *не осталось, не имеется, не бывало, не водится, не хватает*.

В 2- и 3-летнем возрасте дети обращают внимание на ситуативное отсутствие конкретных материальных предметов: *Нет ни машины (2); Поезда и дальше не было (2); Качелей дома нет (2)*. Уже в 4 года отмечается способность рассуждать об абстрактных явлениях, сложившихся в обществе традициях, мифических существах: *У этой каши нет вкуса (4); У меня никакой мечты нет, только поймать кузнечика (4); Когда свет в коридоре, нет такой страшилки (4); Я почему не уываюсь – у меня нет времени (5); А в воскресенье и в субботу час пика не бывает (6); А раньше в никаких богов не верили. Раньше верили в русалок, в домовых, в водяных. Кого нет – в того и верили. Домовые только в мультиках, а на самом деле их нету! (4); Я думаю, зубной феи не существует (6)*. Сердится, читая книжку: *Снеговик растаял. Дед Мороз не пришёл. Ёлку не принёс. И вообще зимы здесь не было (4)* – пример отражает способность ребенка делать умозаключения об отсутствии абстрактного явления (времени года) на основе наблюдаемых эмпирических признаков.

В 6-7 лет формируется умение оперировать энциклопедической информацией, выявлять естественнонаучные закономерности и рассуждать о морально-этических категориях: *А в России не водятся ядовитых пауков? Значит, если русский паук укусит, человек не умрёт? (6); Их у нас не обитает (6)* – об иволгах; *И у него не будет угрызений совести (7); Жень, знаешь, в природе не бывает чистого цвета (7)*.

Пятая – самая широкая и разнообразная по подтипам группа – **оценка действия или поведения**. Ребёнок всегда стремится дать оценку наблюдаемым процессам и явлениям – как целенаправленно, так и непроизвольно. С точки зрения характера оценки в данной группе конструкций можно выделить подгруппу **общей модальной оценки** и подгруппу **частной оценки**.

Общая модальная оценка встречается чаще всего, так как лексически и грамматически это простая модель, сказуемое здесь выражено сочетанием слова категории состояния с

модальной семантикой и инфинитива. Эта модель показывает, насколько ребёнок понимает себя, свои желания, окружающую среду и – главное – насколько им освоены нормы взаимодействия с миром и людьми. Преобладает в таких конструкциях модальность должностности и возможности, выражаемая предикативами *надо, нужно, нельзя, можно*. Эти модели усваиваются очень рано и, очевидно, заимствуются у взрослых: *Нельзя брать нож (2); Надо зубы чистить (2); Надо подстричь, пока (поскольку) они большие! (2)* – о ногтях; *Красное море далеко! Надо на самолёте лететь! (2); На бабочек надо сачок накидывать! (2); Их можно поедать. Они вкусные (3)* – об одуванчиках; *Суп нужно есть, когда болеешь, он помогает выздороветь! (5)*. Через констатацию семантики запрета ребёнок демонстрирует усвоение правил обращения с опасными предметами: *Спички нельзя брать, огонь (2); Нельзя трогать утюг (2)*.

Показательно, что конструкции со словом *можно* в детской речи означают не столько возможность, сколько разрешение делать что-либо: *А можно две конфетки взять? (4); А можно попрыгать на твоём диване? (4); Мам, а почему Грише можно приглашать друзей, а мне нельзя? (6); У нас на даче есть такой уголок, где можно расти одуванчикам: там нет никаких грядок (6)*. Подобные высказывания свидетельствуют о почти тотальной зависимости ребенка от волеизъявления взрослых. Этим объясняется и ошибочное употребление в раннем возрасте отрицательной формы *не можно*, которой в нормативной речи соответствует слово *нельзя*: *Плохие не можно есть грибы! (2)*.

Кроме общей модальной оценки, детские высказывания могут выражать и частные оценки: прагматическую, перцептивную, эмоциональную, этическую.

Прагматическая оценка представляет собой объективную, рациональную оценку действия с точки зрения логики, правильности, легкости, своевременности осуществления. Такие конструкции отражают развитие интеллекта ребёнка и его аналитических способностей: В.: *Сейчас плохо, что, дети, как Лёвчик, долго сидят за компьютером. А надо прыгать, лазить*. Р.: *А я полезный? Мне полезно лазить? (4); Давай у тебя будет весной день*

рождения, а то до зимы **долго ждать** (4); Я сейчас думать буду, **думать полезно** (6); Вот так **невыгодно ударять**. Так могут схватить ногу (5); В.: *Может, ты пожарником станешь? Не думал ещё?* Р.: **Рано мне ещё об этом думать!** (4); Играет на пианино: *Жень, не сбивай. И так сложно приноровиться к новому пианино* (7).

Перцептивная оценка базируется на личном, эмпирическом восприятии ребёнком окружающего мира. При этом дети расширяют возможности перцептивной лексики, потому что в узуальном употреблении она практически не используется в функции оценки предстоящего действия: *Мама пошла, что-то вкусное купит, чтоб нам было вкусно праздновать!* (3); О тульском прянике: *Если чаем запивать, то мягко жевать* (4); *Мне тяжело пылесос тащить* (6); **Жестко лежать под кроватью. И пыльно** (7).

Эмоциональная оценка проявляется в среднем дошкольном возрасте, когда ребёнок способен осознавать свои эмоции и давать оценку своему состоянию и состоянию других живых существ: *А эта дорога называется канатная. Она очень высоко катается! И на этой дороге очень страшно ехать!* (4); *Я раскрашу каким-то цветом! Цветным! А нецветным будет скучно красить* (4); Рассуждает, каким цветом раскрашивать флажки на ёлку: *Красным, жёлтым: а чёрным – грустно раскрашивать!* (5); *Буратино было стыдно одеваться в девчоночьи обрезки (обноски)* (7); *Сны сделаны для того, чтобы людям весело было спать!* (5).

Высказывания, содержащие **этическую оценку**, в нашем материале оказались немногочисленны. Несмотря на широкое распространение в узусе лексем с семантикой этической оценки (ср. *некрасиво, неудобно, неловко, неприлично, нечестно, подло* и под.), в детской речи они не зафиксированы. Очевидно, этические нормы усваиваются по достижении ребёнком младшего школьного возраста. Вместе с тем показательно, что для выражения этической оценки используется общеоценочная лексема *нехорошо*, причем подобная модель безличных конструкций носит не свойственный речи ребенка назидательный характер и явно заимствована из речи взрослых носителей языка: **Перебивать нехорошо** (5); **Ябедничать нехорошо** (4);

Хвастаться нехорошо (5); **Драться нехорошо**, а мальчишки в группе дерутся (5); **А обманывать нехорошо** (6); **А подглядывать нехорошо** (5). Другие лексеммы в рассматриваемом материале единичны: *Мама, невежливо говорить с набитым ртом. Ты сложи еду за щёки, потом говори* (6).

Заключение

Таким образом, безличные предложения играют важную роль в языковом и когнитивном развитии ребенка. Их основные структурно-семантические разновидности появляются очень рано – в возрасте примерно 2-х лет – и помогают ребёнку осознавать и выражать свои чувства и эмоции, передавать внутреннее состояние других живых существ; давать оценку собственным действиям и действиям других людей.

Освоение разных моделей безличных предложений отражает поэтапное становление когнитивной компетенции ребенка – от способности фиксировать и характеризовать наблюдаемые процессы и явления на основе телесных ощущений до умения осмысливать многообразные отношения между реалиями, устанавливать и формулировать причинно-следственные связи между ними и делать самостоятельные умозаключения.

Рассмотренные нами безличные конструкции демонстрируют особенности детской картины мира и детского мышления: экспрессивность, аффективность, импульсивность, эгоцентризм, анимизм.

Раннее возникновение и активное употребление безличных предложений подтверждают актуальность этих моделей для повседневной коммуникации и их универсальность для обозначения действия или признака относительно к его субъекту.

Литература

1. Цейтлин С. Н. Язык и ребенок: Лингвистика детской речи. М: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 240 с.
2. Пешковский А. М. Русский синтаксис в научном освещении. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 450 с.
3. Харченко В. К. Корпус детских высказываний. М.: Изд-во Литературного института им. А. М. Горького, 2012. 520 с.
4. Харченко В. К. Словарь современного

детского языка. В 2 т. Белгород: Изд-во Белгородского гос. ун-та, 2002.

5. Говорят дети. URL: <http://old.det.org.ru/> (дата обращения 24.05.2024).

6. Скобликова Е. С. Современный русский язык. Синтаксис простого предложения (теоретический курс). М.: Флинта: Наука, 2006. 320 с.

IMPERSONAL CONSTRUCTIONS IN CHILD'S SPEECH: TYPOLOGY AND SPECIFICITY OF FUNCTIONING

E. A. Sarmaeva, N. A. Chernyavskaya

This article is a study of the patterns of formation and functioning of impersonal structures in the ontogenesis of a child's speech ability. It is established that all the main types of impersonal sentences are formed in children at the early stages of linguistic and cognitive development – at the age of 2 to 3 years. It was found that the first sentences to appear in children's speech denoting the state of the environment and a living being, as well as constructions with modal semantics of necessity. A little later, sentences appear in children's speech denoting the action of natural forces and particular types of modal assessment of action – pragmatic, perceptual, emotional, ethical assessment, which are based not only on personal, empirical, but also collective, social experience. The impersonal constructions we have considered reflect the peculiarities of children's thinking: expressivity, affectivity, egocentrism, animism. The early emergence and active use of impersonal sentences confirm the relevance of these syntactic models for everyday communication and their universality for denoting an action or feature regardless of its subject.

Key words: child's speech, impersonal sentences, category of state, cognitive development, ontogenesis.

Статья поступила в редакцию 25.05.2024 г.

© Sarmaeva E. A., Chernyavskaya N. A., 2024.

Sarmaeva Ekaterina Alekseevna (katerinasarm2002@gmail.com),

4th year student of the faculty of Philology and Journalism of Samara University,

Chernyavskaya Nadezhda Anatolievna (Chia20081@yandex.ru),

associate professor of the Department of Russian Language and Mass Communication of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.

УДК 811.111-26

ИНТЕРДИСКУРСИВНОСТЬ ЮРИДИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ (НА МАТЕРИАЛЕ РОМАНА ДЖОНА ГРИШЭМА “THE APPEAL”)

В. С. Свербёжкина, О. Н. Исаева

В данной работе рассматриваются интердискурсивные включения юридических терминов, а также их структурно-семантические особенности и функции в художественном тексте. Произведённый анализ интердискурсивных языковых составляющих в художественном тексте позволяет выделить специфику использования терминов в литературных произведениях, выявляя их влияние на создание контекста и смысла текста. Исследование позволяет более глубоко понять механизмы функционирования терминов в художественном дискурсе и их значимость для интерпретации текстов. Примеры из современной англоязычной литературы демонстрируют, как термины функционируют как мосты между различными дискурсами, способствуя диалогу между автором и читателем, а также между самими читателями. Таким образом, термины становятся не просто инструментом передачи информации, но и средством для создания более глубокого и многогранного понимания текста.

Ключевые слова: дискурс, терминология, интертекстуальность, англоязычный текст, художественный дискурс.

В современном мире, где границы между дисциплинами становятся всё более проницаемыми, актуальность изучения терминов как элементов интердискурсивности в художественном дискурсе неоспорима. Художественный текст, обогащённый терминологией различных областей знания, открывает новые горизонты для понимания и интерпретации, делая его местом встречи разнообразных дискурсов. Термины играют ключевую роль в англоязычном художественном дискурсе, служа элементами интердискурсивности и обогащая тексты разнообразными смыслами. По мнению В. М. Лейчик, термин – “это языковая единица, которая нужна для определённой цели и обозначающая какое-либо абстрактное или конкретное понятие для использования его в конкретной сфере деятельности” [1, с. 20]. В. В. Фещенко в своей работе проводит анализ художественного дискурса, определяя его как “совокупность вербальных высказываний, сформированную

в результате взаимодействия автора-художника и читателя посредством произведения искусства, с учетом эстетических факторов порождения и восприятия этих высказываний в конкретных видах и формах искусства” [2, с. 30].

В художественном дискурсе терминологические функции анализируются, например, в работе М. М. Бахтина, где он подчеркивает взаимодействие различных дискурсов в тексте [3]. Также исследователи А. М. Пыж и М. В. Лутцева отмечают в своих работах, что в художественных произведениях элементы юридического дискурса используются для создания описательных и сюжетообразующих моментов [4, с. 17; 5, с. 11]. Анализируя использование терминов в художественном тексте, можно понять, как они способствуют формированию смысла и обогащают его. Поэтому термин интердискурсивность, введенный французским исследователем дискурса Мишелем Пеше, указывает на то, что каждый дискурс строится на основе предшествующих

© Свербёжкина В. С., Исаева О. Н., 2024.

Свербёжкина Варвара Сергеевна (varyasergeeva25@gmail.com),

студент III курса факультета филологии и журналистики Самарского университета,

Исаева Ольга Николаевна (onis.77@mail.ru),

доцент кафедры английской филологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

ему дискурсов и содержит отпечатки этих дискурсивных формаций [6, с. 266-270]. По мнению Д. А. Кожанова, использование интердискурсивных включений является ключевым языковым приемом, способствующим расширению смысла текста. При интерпретации художественного произведения читатель опирается на цели, характерные для другого типа дискурса, отличного от дискурса текста. Исследователь также отмечает, что “целью читателя является уже не столько раскрытие смысла, заложенного автором, сколько эксперимент со сложной системой интердискурсивных отношений, объективирующейся посредством языковых репрезентантов дискурсов доноров, результатом которого является приращение смысла, зачастую отличного от того, который был зашифрован автором” [7, с. 2].

Условия и методы исследования

Основным материалом исследования послужил роман Джона Гришэма “The Appeal”. Корпусом материала исследования послужили 150 юридических терминов, выделенных в данном художественном произведении. В работе были использованы интертекстуальный метод, который изучает связи между различными текстами и дискурсами, а также критический дискурс анализ, заключающийся в оценке влияния терминов на восприятие и интерпретацию текста читателями.

Результаты и их обсуждение

Джон Гришэм – американский писатель, знаменитый своими юридическими триллерами. Его романы часто исследуют темы коррупции, несправедливости и моральных дилемм в юридической системе. “The Appeal”, опубликованный в 2008 году, является одним из его самых популярных романов. Сюжет романа вращается вокруг выборов в Верховный суд штата Миссисипи, где богатая корпорация манипулирует выборами, чтобы установить лояльного судью. Их цель – повлиять на решение суда по делу о загрязнении окружающей среды. Однако главный герой, адвокат, раскрывает заговор и пытается восстановить справедливость. Роман “The Appeal” иллюстрирует, как юридические термины и процедуры могут быть использованы в художественном тексте. Гришэм использует юридическую терминологию, чтобы создать атмосферу достоверности и

реалистичности. Он погружает читателя в мир судебных заседаний, юридических стратегий и этических дилемм. Понимание юридических терминов, используемых в романе, важно для интерпретации сюжета. Читатель должен понимать значение этих терминов, чтобы следить за ходом судебного процесса. Анализ романа позволяет лучше понять функционирование юридической системы. В конечном итоге роман Гришэма демонстрирует силу художественной литературы в исследовании юридических тем и интердискурсивности терминов.

На первом этапе нашего исследования мы разделили термины в романе Джона Гришэма «The Appeal» по количеству их составляющих.

Таким образом, в ходе анализа романа мы выявили следующие термины:

1) простые термины или однокомпонентные: *evidence, judge, trial, investigation, plea, court, custody, verdict, riot, referees;*

2) сложные термины, а именно двух- и более компонентные терминологические словосочетания: *civil litigation, capital punishment, plaintiff's verdict, child molestation, legal advice, bankruptcy court;*

3) аббревиатуры: *PAC, EPA, RICO, SEC, ACLU.*

Полный анализ выборки юридических терминов, встречающихся в выбранном художественном произведении, позволил выделить 150 терминов. Из них 58% составляют однокомпонентные термины, 34% — сложные термины (двух- и более компонентные терминологические словосочетания), а 8% — аббревиатуры (рис. 1).

Как видно из диаграммы, однокомпонентные корневые термины составляют наиболее распространенную группу, а способы их словообразования не отличаются от общелитературного языка:

– суффиксация: *authority, regulations, resolution, witnesses, liability, bankruptcy, lawlessness;*

– префиксация: *miscarriage, injustice, rehearing, non-indictable;*

– словосложение: *courtroom, courthouse, eyewitnesses;*

– конверсия: *appealing – to appeal, arrest – to arrest, sue – to sue;*

– аббревиатуры: *PAC, EPA, RICO, SEC, ACLU.*

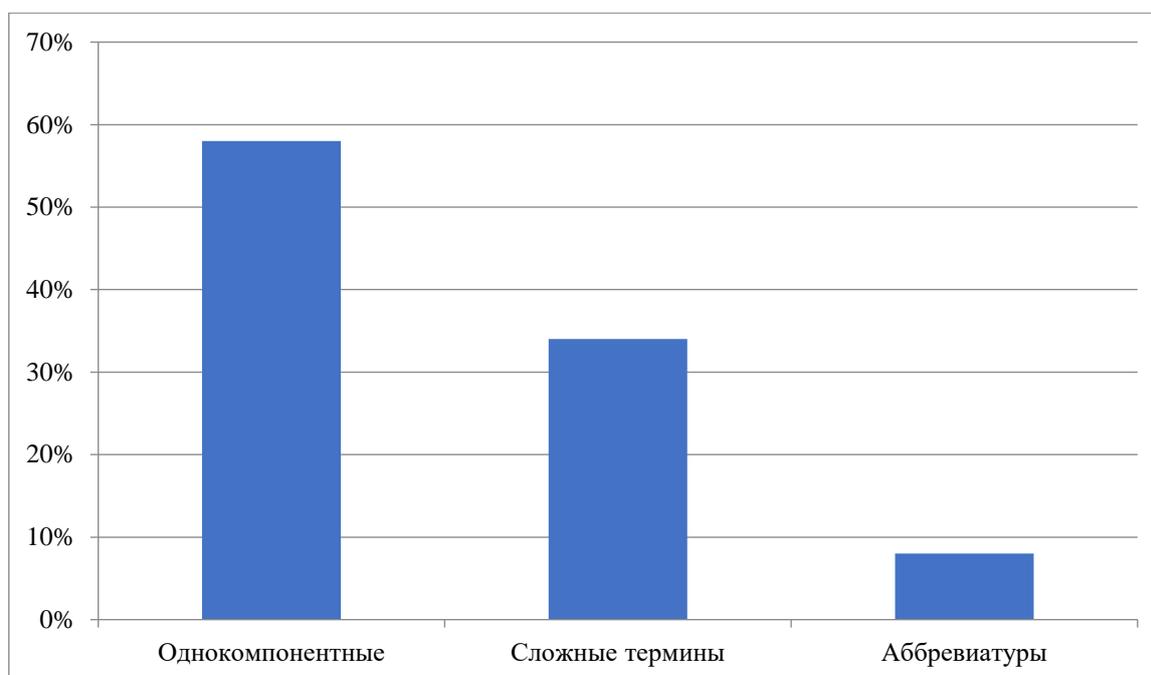


Рис.1 Количество выделенных терминов

С точки зрения частеречной принадлежности существуют номинативные термины, основанные на существительном, глаголе или прилагательном. Двухкомпонентные номинативные терминологические сочетания широко распространены и характеризуются следующими моделями образования:

– существительное + существительное: *child molestation, plaintiff's verdict*;

– прилагательное + существительное: *civic duty, bankruptcy court, Legal advice, capital punishment*;

– существительное + предлог + существительное: *standard of proof, miscarriages of justice, malice by prosecutors*;

– существительное + союз + существительное: *verdict and the lawsuits, drugs and lawlessness*.

Номинативные термины, определяемые по их частеречной принадлежности, выполняют важную функцию в тексте, гарантируя точность и специфичность при описании юридических процессов и концепций. Двухкомпонентные номинативные сочетания, как правило, следуют установленным моделям словообразования, что способствует созданию стандартизированного и узнаваемого юридического языка в произведении. Это, в свою очередь, может способствовать лучшему пониманию и интерпретации текста читателями, не являющимися специалистами в области права.

Так как данное исследование направлено на изучение специфики передаваемых коммуникативных ситуаций и роли интердискурсивных включений в этом процессе, мы можем выделить несколько функций интердискурсивных включений юридической терминологии в художественный текст как в диалогах, так и в авторском тексте.

Так Ю. В. Жаманова в своей работе выделила основную функцию включения терминов в художественный текст – стремление автора создать речевой контекст, свойственный специфической коммуникативной ситуации, приблизить его к реальному [8, с. 56-64]. В авторском тексте и диалоге она представлена следующим образом:

– *After forty-two hours of **deliberations** that followed seventy-one days of **trial** that included 530 hours of **testimony** from four dozen **witnesses**, and after a lifetime of sitting silently as the **lawyers** haggled and the **judge** lectured and the spectators watched like hawks for telltale signs, the **jury** was ready.*

“– *We'll file for **bankruptcy**, and when you try to foreclose on my father-in-law's **property**, I'll put him in **bankruptcy** and when we work our way out of **bankruptcy**, and we're back on our feet, guess who ain't getting paid.*”

Детализация процесса судебного разбирательства через указание продолжительности суда, количества свидетелей и часов показаний подчеркивает тщательность и сложность

юридических процедур. Это также может указывать на значимость дела и напряжение, испытываемое всеми участниками процесса. Диалоги персонажей отражают реальные юридические стратегии и последствия, такие как банкротство и его влияние на финансовое положение лиц, участвующих в судебном разбирательстве. Использование таких терминов в диалогах делает их более убедительными и информативными для читателя.

Таким образом, автор создает ощущение непосредственного участия в судебном процессе, что усиливает эффект погружения и эмоционального отклика у читателя.

Уникальной особенностью использования функции эмоционально-экспрессивной нейтральности и однозначности является отсутствие уточнения значения терминов со стороны автора. Рассмотрим данную функцию в тексте романа:

– *If the **trial record** was clean, she did not hesitate to join the majority and **affirm a conviction**.*

“– *I expect decorum at all times. No outbursts. No one leaves until I dismiss the jury. Any questions? Any additional frivolous **motions** from the **defense**?”*

Анализируя приведённые примеры, можем указать на то, что автор обращает внимание на недостатки судебной системы, при этом используя формулировки, не включающие явных эмоциональных оценок, а отсутствие уточнения значения терминов создает возможность для читателя самостоятельно интерпретировать их и вкладывать в них свои собственные значения.

Немаловажной функцией интердискурсивных включений в художественный текст является использование лексики, которая вкладывает значительный смысловой груз в литературное произведение, где выбор определенной лексики помогает выявить особенности человека в определенной профессии или сфере деятельности.

– *His **testimony** was so blatantly **fabricated** that Judge Harrison talked openly, in **chambers**, of **perjury** charges.*

“– *Do you find, by a preponderance of the **evidence**, that the actions of Krane Chemical Corporation were either intentional or so grossly negligent as to **justify** the imposition of **punitive damages**?”*

Выбор лексики отражает профессиональные особенности персонажей, их социальный статус и роль в обществе. В данном случае использование терминов, связанных с судебным процессом, подчеркивает авторитет и ответственность судьи. Интердискурсивные включения юридических терминов в данном романе также помогают читателю лучше понять мотивы и характеры персонажей.

Заключение

В ходе нашего исследования мы обнаружили, что, хотя термины являются неотъемлемой частью интердискурсивности в художественном тексте, их использование в диалогах и авторском тексте может значительно различаться. В частности, было выявлено, что в диалогах романа Джона Гришэма «The Appeal», анализируемого в данной статье, юридические термины используются реже, чем в авторском тексте. Это открытие не типично для художественного текста подобного жанра, где обычно ожидается более равномерное распределение специализированной лексики между различными частями текста. Такое наблюдение подчеркивает важность контекста и функционального назначения терминов в художественном нарративе. Возможно, что автор целенаправленно ограничивает использование юридических терминов в диалогах, чтобы сделать общение персонажей более понятным и естественным для читателя. В своем авторском тексте он использует такие термины для создания определенной атмосферы или подчеркивания тематического содержания. Это исследование расширяет понимание роли терминов в художественном дискурсе и их вклада в создание интердискурсивных связей. Также отмечается значимость дальнейшего исследования специфики использования терминологии в различных жанрах литературы, что впоследствии может привести к новым открытиям о взаимосвязи языка и культуры в художественном творчестве.

Литература

1. Лейчик В. М. Терминоведение: предмет, методы, структура. 3-е изд. М.: URSS, 2007. 255 с.
2. Фещенко В. В. Художественный дискурс: к определению термина в перспективе

лингвостетики. № 1(56). Москва: Новый филологический вестник, 2021. 30 с.

3. Бахтин М. М. Творчество и наследие М. М. Бахтина в контексте мировой культуры. Т. 2. СПб.: РХГИ, 2002. 712 с.

4. Пыж А. М. Функционально-прагматические и дискурсивные аспекты использования английской юридической терминологии: автореф. дис. ... канд. филол. наук. Самара, 2005. 24 с.

5. Лутцева М. В. Лексикографическое описание юридической терминологии в специальной сфере использования (лингвостатическое исследование на материале произведений Дж. Гришэма): дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19, 12.00.04. Ярославль, 2008. 279 с.

6. Пеше М. Прописные истины. Лингвистика, семантика, философия // Квадратура смысла: французская школа анализа дискурса / общ. ред. П. Серио. М., 1999. С. 266–270.

7. Кожанов Д. А. Функционирование знаков языков для специальных целей в художественном тексте как когнитивный феномен. Барнаул, 2020. 4 с.

8. Жаманова Ю. В. Профессиональная речь в художественном тексте как объект межъязыковой передачи (на материале лексики кабинного экипажа в романе А. Хейли «Аэропорт» и его русском переводе) // Вестник Московского Государственного Областного Университета. Серия: Лингвистика. 2015. № 2. С. 56–64.

INTERDISCURSIVITY OF LEGAL TERMS IN A LITERARY TEXT (BASED ON THE MATERIAL OF JOHN GRISHAM'S NOVEL “THE APPEAL”)

V. S. Sverbezhkina, O. N. Isaeva

This paper analyzes the interdiscursive inclusions of legal terms, as well as their structural and semantic features and functions in a literary text. The analysis of the interdiscursive linguistic components in a literary text makes it possible to highlight the specifics of the use of terms in literary works, revealing their influence on the creation of the context and meaning of the text. The research allows for a deeper understanding of the mechanisms of the functioning of terms in artistic discourse and their significance for the interpretation of texts. Examples from modern English-language literature demonstrate how terms function as bridges between different discourses, facilitating dialogue between the author and the reader, as well as between the readers themselves. Thus, terms become not just a tool for transmitting information, but also a means to create a deeper and multifaceted understanding of the text.

Key words: discourse, terminology, intertextuality, English-language text, literary discourse.

Статья поступила в редакцию 20.05.2024 г.

ЛИНГВОКУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНГЛОЯЗЫЧНОГО МОЛОДЕЖНОГО СЛЕНГА НА МАТЕРИАЛЕ АМЕРИКАНСКИХ СЕРИАЛОВ

А. А. Шаронина, Л. В. Николаева

В настоящей работе анализируется американский молодёжный сленг и его роль в англоязычной культуре, а также его влияние на юное поколение. Выборка и анализ сленговых единиц строятся на материале популярных в американской культуре молодежных сериалов, а именно: «Ginny and Georgia», «13 Reasons Why», «Euphoria» и «Never Have I Ever...». Методология отбора сериалов включает критерии популярности, демографической направленности, актуальности и жанрового разнообразия. Проанализированные примеры демонстрируют роль сленга в передаче нюансов эмоциональных состояний персонажей и социальной динамики в подростковых группах. Результаты исследования подчеркивают центральную роль молодёжного сленга в формировании и отражении культурных и социальных сдвигов, а также его значимость как коммуникативного инструмента и культурного артефакта.

Ключевые слова: разговорная лексика, социолингвистика, медиаанализ, внутригрупповая идентичность, западная культура.

Целью данной работы является выявление лингвокультурных особенностей англоязычного молодёжного сленга, его тонкостей как лингвистического и культурного феномена. Материалом для исследования послужили следующие американские сериалы: «Ginny and Georgia», «13 Reasons Why», «Euphoria», «Never Have I Ever...». Методом исследования для теоретической части работы послужил метод анализа в рамках системного подхода. В практической части использованы методы контент-анализа и классификации.

Лингвокультурология – это отрасль языкознания, возникшая на стыке лингвистики и культурологии, исследующая проявления культуры народа, которые отразились и закрепились в языке. Объектом исследования лингвокультурологии является языковая (дискурсивная) функция языка, рассматриваемая с точки зрения ценностно-смыслового содержания. В рамках данной концепции язык активно участвует во всех важнейших сферах культурно-дискурсивной жизни: в восприятии и

понимании действительности [1, с. 135].

Молодёжный сленг в англоязычных культурах, особенно в том виде, в котором он проявляется в лингвистическом дискурсе, представляет собой динамичную и многогранную лексико-семантическую систему, характеризующуюся текучестью, инновационностью и глубоко укоренившимися культурными резонансами [2]. Лингвистическая характеристика молодёжного сленга определяется его склонностью к эфемерным лексемам, выраженными синтаксическими инновациями и пристрастием к семантическим сдвигам, в которых заключен стиль молодёжных субкультур. Проследив историческую траекторию развития сленга в англоязычных странах, можно увидеть картину лингвистической эволюции, где жаргон постоянно перестраивается под влиянием социокультурных, технологических и медийных факторов. В своей статье А. В. Романов и Р. Р. Бикеев прослеживают изменение и расширение сленга в связи с различными причинами [3].

© Шаронина А. А., Николаева Л. В., 2024

Шаронина Арина Александровна (shrnnrn@gmail.com),
студент III курса филологического факультета Самарского университета,
Николаева Людмила Витальевна (tankists@bk.ru),
доцент кафедры английской филологии Самарского университета,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

В основе молодёжного сленга лежат принципы лексического творчества и семантических инноваций, когда существующие слова наделяются новыми значениями, а для выражения современных переживаний и взглядов придумываются совершенно новые термины. Языковое новаторство и способы формирования новых сленговых единиц подробно рассматриваются в работе А. Н. Гамова, где он исследует различные инструменты создания жаргонных выражений [4]. Молодёжный сленг резко контрастирует с более формальными и традиционными языковыми регистрами, воплощая в себе живость и бунтарский дух молодёжной культуры. Сленг служит показателем принадлежности к группе [5], средством социальной дифференциации и инструментом конструирования идентичности, отграничивая ин-группу (молодёжную субкультуру) от аут-группы (взрослое общество).

В грамматическом плане рассматриваемый языковой феномен часто отказывается от жестких синтаксических структур, характерных для формальных регистров, предпочитая более подвижный и адаптируемый синтаксис, в котором выразительность и экономия стоят на первом месте, а не грамматические условности [6]. В результате подобной синтаксической гибкости возникает способ выражения, который одновременно является прямым, нюансированным и наполненным культурными отсылками, что делает его мощным средством передачи внутригрупповых ценностей, установок и солидарности.

С прагматической точки зрения молодёжный сленг отличается своим перформативным характером, когда акт использования жаргонного выражения столь же значим, как и передаваемое им смысловое содержание. В отличие от формальных дискурсов, где преобладают ясность, точность и следование установленным нормам, в молодёжном сленге на первый план выходят прагматические функции языка – утверждение социальных связей и сигнализация принадлежности к группе, что отражает центральное место социального взаимодействия и политики идентичности в юношеской культуре.

Эфемерная природа молодёжного сленга с его быстрой сменой лексических единиц и выражений подчеркивает культуру

вечных инноваций и сопротивления языковому застою, что менее выражено в более статичных языковых регистрах. Постоянная эволюция лексики и употребления сленга отражает изменчивый и переходный характер самой молодёжной культуры, которая постоянно перестраивается под воздействием социокультурных факторов, технологического прогресса и глобального медиа пространства.

Сравнительный анализ сленга по отношению к другим языковым регистрам выявляет его уникальную роль языкового зеркала молодёжной культуры, характеризующегося инновационным лексиконом, прагматическим динамизмом и грамматической гибкостью. Жаргон юного поколения воплощает в себе пересечение языка, идентичности и культуры и служит ярким свидетельством творческих и адаптивных способностей молодёжи в языковой сфере. Формирование и популяризация сленга неразрывно связаны с социокультурной динамикой молодёжи, а СМИ и цифровые коммуникационные платформы играют важную роль в этом лингвистическом феномене. Взаимодействие между этими факторами не только способствует быстрому распространению и принятию сленговых терминов, но и отражает более широкие культурные и социальные сдвиги в современном обществе.

Медиа пространство, где часто используется сленг в повествованиях, выступает важным агентом в процессе языковой социализации. А. Д. Швейцер в своей работе «Социальная дифференциация английского языка в США» отмечает следующее: «... средства массовой коммуникации в известной мере моделируют речевое поведение человека, отбирающего языковые ресурсы в зависимости от тех или иных параметров социально-коммуникативной ситуации — ролевых отношений, обстановки, темы и канала коммуникации» [7, с. 129]. Социальные сети и интернет-коммуникации, как отмечает Дж. Грин, изменили структуру лингвистического обмена, позволив сленговым терминам стремительно набирать популярность и распространяться по всему миру. Интерактивная природа платформ в сочетании с возможностью быстрого обмена информацией позволяет сленгу развиваться в режиме реального времени, отражая динамичную и изменчивую идентичность молодёжных культур [8].

Роль социальных медиа в демократизации процесса создания языка была отмечена и М. Адамсом, который утверждает, что цифровая сфера служит пространством для лингвистических инноваций, где пользователи из разных слоев общества вносят свой вклад в постоянно расширяющийся лексикон сленга [9]. Языковые структуры и семантика сленга, находящиеся под влиянием этих социокультурных аспектов, демонстрируют заметную склонность к инновациям и адаптации. Работа У. Лабова о социолингвистических моделях проливает свет на механизмы, с помощью которых сленг отражает и укрепляет социальную идентичность, служа знаком принадлежности к молодёжным субкультурам [10]. Это подтверждает и исследование П. Эккерт, посвященное социальным структурам подростков, которое проясняет роль языковых практик в очерчивании социальных границ и согласовании статуса в группах сверстников [11].

Настоящее исследование сосредоточено на американских молодёжных сериалах, имеющих схожие черты, в связи с этим анализируемый материал выборки классифицируется в зависимости от тематики и категории использования той или иной сленговой единицы. Методология отбора американских сериалов для изучения молодёжного сленга основывается на различных факторах, которые могли бы обеспечить всестороннее исследование этого языкового феномена. Первоначальным критерием является популярность и культурное влияние сериала, измеряемое с помощью зрительских рейтингов и показателей вовлеченности в социальных сетях. Сериалы с высокими рейтингами и большим числом зрителей на стриминговых платформах являются приоритетными для исследования и анализа сленговых выражений. Например, сериал, средняя аудитория которого превышает 2 миллиона зрителей за эпизод или у которого более 1 миллиона подписчиков на официальных страницах в социальных сетях, можно считать обладающим значительным культурным влиянием и, следовательно, потенциальным инструментом воздействия на языковые тенденции молодёжи.

Также важным критерием отбора является демографическая направленность сериала, соответственно, особое внимание уделяется тем, которые ориентированы на подростковую

и молодёжную аудиторию. Сериалы, которые направлены на возрастную категорию 15–25 лет через содержание, повествование и персонажей, считаются особенно подходящими для анализа молодёжного сленга. Временная актуальность сериала также играет решающую роль в процессе отбора. Учитывая быструю эволюцию сленга, предпочтение отдается сериалам, снятым или вышедшим в эфир в течение последних пяти лет. Это гарантирует, что анализируемые жаргонные выражения активно используются молодёжью и отражают современные тенденции сленга.

Жанровое разнообразие – еще один важный фактор в методике отбора, причем особое внимание уделяется включению различных жанров, таких как драма, комедия и ромком, чтобы охватить максимальное количество контекстов, в которых может проявляться молодёжный сленг.

Последний критерий отбора – это культурная значимость сериала, оцениваемая по наградам, критическим обзорам и научным упоминаниям. Сериалы, получившие признание критиков, или удостоенные таких наград как “Emmy”, “Golden Globe Award”, “Screen Actor Guild Award”, или ставшие предметом академических исследований, имеют глубокое культурное и языковое влияние, что также оправдывает их включение в лингвистический анализ. Подобная методологическая схема отбора сериалов создает основу для глубокого и тщательного анализа молодёжного сленга в американских телесериалах.

Все сериалы, отобранные для проведения данного анализа, повествуют о жизни американских подростков, трудностях, с которыми они сталкиваются в процессе социализации и взаимодействия со сверстниками, а также раскрывают проблематику отношений в молодёжном кругу и показывают, как юное поколение проводит своё свободное время. После просмотра сериалов “Ginny and Georgia”, “13 Reasons Why”, “Euphoria”, “Never Have I Ever...” нами была создана выборка сленговых выражений и проведен анализ их использования в разных социальных ситуациях и контекстах. На основе этого анализа были выделены следующие тематические категории: «Межличностная коммуникация», «Черты характера», «Состояния и ощущения», «Личные отношения», «Оценочное

суждение», «Внешность». В рамках настоящего исследования рассмотрим наиболее актуальные и активно используемые сленговые единицы (рис. 1).

Следует отметить, что в рамках текущего исследования внимание акцентируется на общем проявлении категорий во всех сериалах, то есть употребление выделенных тематических групп сленговых единиц может различаться в отдельно взятом сюжете. Например, из диаграммы (рис. 1) видно, что общее процентное соотношение употребления жаргонных выражений из категории «Состояния и ощущения» совпадает с категориями «Оценочное суждение» и «Личные отношения». Тем не менее, наиболее яркое проявление данная группа находит лишь в одном сериале, а именно в драме «Ginny and Georgia», например:

1. *To die – used to describe something that is extremely funny, exciting, or amazing.*

2. *To go nuts – used to encourage someone to let loose and do whatever they want, without any restrictions or limitations.*

3. *To suck – used to express disappointment, frustration, or disapproval towards a particular person, thing, or situation.*

4. *Vibe – used to describe a feeling or atmosphere that is created by a particular situation, person, or place.*

Данная особенность может быть обусловлена тем, что в настоящем сериале большое внимание уделяется переживаниям и эмоциональному состоянию главной героини, Джинни. В связи с этим при общем анализе процент частотности употребления

сленговых единиц уравнивается.

Наиболее употребляемыми во всех сериалах являются молодёжные жаргонные выражения из группы «Межличностная коммуникация». Например:

1. *Let's roll – let's go.*

2. *To throw shade – to express negative feelings towards someone else, often in a way that's meant to be subtle or indirect.*

3. *To finesse – to manipulate or trick somebody.*

Данное явление может быть обусловлено спецификой и тематикой сериалов, сюжеты которых, в первую очередь, базируются на освещении личных отношений и взаимодействия внутри группы подростков. Частота использования сленговых единиц из других категорий различается в зависимости от того, в каком из сюжетов они применяются. Так, например, в «Ginny and Georgia» второе место занимают «Личные отношения», в связи с тем, что в данном комедийно-драматическом телесериале прослеживается линия романтической связи как среди молодёжи, так и между представителями взрослого поколения. Приведем некоторые примеры, демонстрирующие категорию «Межличностная коммуникация» в сериале «Ginny and Georgia»:

1. *To spill – used to refer to the act of revealing or sharing personal information, secrets, or gossip about someone else.*

2. *To rat somebody out – refers to the act of betraying or snitching on someone.*

3. *To crack somebody up – to make someone laugh.*



Рис. 1. Частота использования сленговых выражений из тематических категорий

Группа «Личные отношения» представлена следующими выражениями:

1. *Squad goals – dream team.*

2. *Situationship – refers to a romantic relationship that is, and will remain, undefined.*

3. *To have a crush on somebody – to be strongly attracted to someone; want a romantic relationship.*

В многосерийной драме “13 Reasons Why” вторую позицию в рейтинге частотности употребления сленговых единиц занимает группа «Черты характера», в связи с тем, что данный сериал рассказывает историю самоубийства юной Ханны Бейкер. Перед смертью девушка оставляет аудиокассеты с 13 причинами, где она говорит о людях и их поступках по отношению к ней, которые толкнули ее на совершение суицида. Категория «Межличностная коммуникация» представлена следующими лексическими единицами:

1. *To run over somebody – treat somebody in a disrespectful way.*

2. *To warm somebody up – make someone enthusiastic, excited, or lively.*

3. *A bad take – an opinion that is either uninformed or poorly reasoned.*

Группа «Черты характера» раскрывается в ряде языковых единиц:

1. *Hurricane – an individual who possesses an unparalleled force of personality, captivating others with their presence and commanding attention like a swirling storm.*

2. *Lurker – who watches and observes without actively participating in a conversation or group.*

В подростковом драматическом телесериале “Euphoria” выражения, относящиеся к группе «Межличностная коммуникация», представлены следующими языковыми единицами:

1. *Lowkey – secretly, confidentially.*

2. *To spitball – to quickly suggest ideas to be discussed without thinking about them carefully.*

3. *To blow somebody/something off – to ignore or intentionally avoid a person, planned event, or responsibility, often to do something frivolous instead.*

Категория «Черты характера» также имеет высокую частотность употребления и реализуется в следующих лексических единицах:

1. *An edgelord – a person who intentionally tries to be offensive or controversial in order*

to appear cool.

2. *To be flip – to be rude, mean.*

3. *To be extra – used to describe someone who is over the top, excessive, or exaggerated in their behavior, appearance, or personality.*

В американском веб-сериале “Never Have I Ever...”, помимо сленговых единиц из категории «Межличностная коммуникация», также часто употребляются выражения группы «Оценочное суждение».

Группа «Межличностная коммуникация» представлена следующими выражениями:

1. *To brush somebody off – used to describe the act of intentionally ignoring or dismissing someone or something, typically in a rude or disrespectful manner.*

2. *To kiss up to – to flatter or otherwise act more positive than normal, usually to a person in a position of power in the hopes of attaining personal gain.*

3. *To get yeeted – to be beaten.*

Категория «Оценочное суждение» прослеживается в сленговых единицах:

1. *Sus – giving the impression that something is questionable or dishonest; suspicious.*

2. *Savage – describing something or someone as extremely cool or impressively good.*

3. *Snack – the person giving the title thinks that the other person looks good.*

Важно отметить, что несмотря на то, что молодежный сленг – явление довольно специфичное и уникальное, он также является частью глобального языка. В связи с этим в подборке присутствуют общие разговорные единицы, которые могут употребляться также и более старшим поколением, например:

1. *To spill – used to refer to the act of revealing or sharing personal information, secrets, or gossip about someone else.*

2. *To rat somebody out – refers to the act of betraying or snitching on someone.*

3. *To crack somebody up – to make someone laugh.*

4. *To kiss up to – to flatter or otherwise act more positive than normal, usually to a person in a position of power in the hopes of attaining personal gain.*

Поскольку подростки и молодежь являются частью общества, они перенимают некоторые сленговые выражения в свою речь, но при этом создают и свои оригинальные лексические единицы.

Таким образом, включение сленга в диалоги персонажей молодежных телесериалов позволяет создавать повествования, которые не только развлекают, но и отражают языковую и культурную нацеленность на аудиторию, способствуя более глубокой и тонкой связи со зрителем. Контекстуальное использование сленговых выражений героями телесериалов позволяет увидеть взаимосвязь между языком, идентичностью и культурой. Проанализированные примеры демонстрируют роль сленга в передаче нюансов эмоциональных состояний и социальной динамики, что позволяет создателям многосерийных фильмов лучше продемонстрировать суть молодежной культуры.

Изучение сленга в американских телесериалах подчеркивает его значимость как культурного артефакта и коммуникативного инструмента. Через призму лингвистического анализа сленг предстает как яркий и динамичный элемент молодежной культуры, заключающий в себе сложности социальной идентичности, групповой принадлежности и смены поколений. К тому же анализ молодежных жаргонных единиц в телевизионных сериалах не только улучшает понимание современных речевых выражений, но и вносит вклад в развитие взаимосвязей между языком, культурой и сферой медиа. Исследование подтверждает центральную роль сленга в отражении и формировании культурного наследия общества, подчеркивая симбиотическую связь между лингвистическими инновациями и культурной эволюцией.

Литература

1. Малхазова М. И. Лингвокультуроло-

гия как самостоятельное направление лингвистики // Актуальные вопросы современной науки. № 39. 2015. С. 134-142.

2. Садреев Д. Т. Молодёжный сленг в современном английском языке // Sciences of Europe. 2016. №1-2 (1). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molodyozhnyy-sleng-v-sovremennom-angliyskom-yazyke> (дата обращения: 08.10.2024).

3. Романов А. В., Бикеев Р. Р. Развитие сленга в английском языке в 20-21 веках // Филологический аспект: международный научно-практический журнал. 2024. № 08 (112). URL: <https://scipress.ru/philology/articles/razvitiye-slenga-v-anglijskom-yazyke-v-20-21-vekakh.html> (дата обращения: 9.10.2024).

4. Гамов А. Н. Основные способы формирования лексики сленга в английском языке // Русистика. № 1. 2016. С. 68-77.

5. Левикова С. И. Молодежный сленг как своеобразный способ вербализации бытия // Бытие и язык. Новосибирск, 2004. С. 167-173.

6. Береговская Э. М. Молодежный сленг: формирование и функционирование // Вопр.языкознания. 1996. № 3. С. 32-42.

7. Швейцер А. Д. Социальная дифференциация английского языка в США. М.: Наука, 1983. 216 с.

8. Green J. Green's Dictionary of Slang. 2010. 6000 p.

9. Adams M. Slang: The People's Poetry. 2009. 248 p.

10. Labov W. Sociolinguistic Patterns. 1972. 360 p.

11. Eckert P. Adolescent Social Structure and the Spread of Linguistic Change // Language in Society. 1988. Vol. 17. №2. P. 183-207.

LINGUISTIC AND CULTURAL FEATURES OF ENGLISH YOUTH SLANG BASED ON THE MATERIAL OF AMERICAN TV SERIES

A. A. Sharonina, L. V. Nikolaeva

This research examines American youth slang and its role in English culture, as well as its influence on the younger generation. The selection and analysis of slang units are based on the material of popular TV series in American culture, such as: “Ginny and Georgia”, “13 Reasons Why”, “Euphoria” and “Never Have I Ever...”. The methodology for selecting series includes criteria of popularity, demographic focus, relevance and genre diversity. The analyzed examples demonstrate the role of slang in conveying the nuances of the emotional states of characters and social dynamics in teenage groups. The results of the study highlight the central role of youth slang in shaping and reflecting cultural and social changes, as well as its significance as a communicative tool and cultural artifact.

Key words: colloquial vocabulary, sociolinguistics, media analysis, inner group identity, Western culture.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024 г.

© Sharonina A. A., Nikolaeva L. V., 2024.

Sharonina Arina Aleksandrovna (shrnnrn@gmail.com),

3rd year student of the Philological Faculty of Samara University,

Nikolaeva Lyudmila Vitalievna (tankists@bk.ru),

associate professor of the Department of English Philology of Samara University,
443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.