Сборник научных статей
по итогам работы
Международного научного форума

НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Москва 2026

Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы
Международного научного форума

НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Том 1 из 2

Москва, 2026

УДК 330
ББК 65
С56

С56 Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА (г. Москва, 22 октября 2026 г.). / Отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. — Москва: Издательство Инфинити, 2026. — 129 с.
Том 1 из 2.

DOI 10.34660/INF.2026.16.87.034

Сборник материалов включает в себя доклады российских и зарубежных участников, предметом обсуждения которых стали научные тенденции развития, новые научные и прикладные решения в различных областях науки.

Предназначено для научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов вузов, государственных и муниципальных служащих.

Все статьи, представленные в сборнике, проходят процедуру рецензирования. Рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии и приглашенными экспертами по соответствующим научным направлениям.

УДК 330
ББК 65

© Издательство Инфинити, 2026
© Коллектив авторов, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

Анализ данных гамма-всплесков на детекторах установки TAIGA-HISCORE за периоды с 2014 по 2026 гг.
Ершова Ольга Андреевна 7

Моделирование процесса синхронизации колебаний осцилляторов с точки зрения их функционирования (ускорения или замедления процессов в циклах)
Смирнов Владимир Юрьевич, Кузнецова Анна Викторовна 17

Медицинские науки

Этноботанические и этномедицинские материалы лекарственные растения Койтендага
Акмурадов Алламурад, Сапарлиева Огулназик Мухамедбердиевна 35

Функциональные результаты хирургического лечения катаракты у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой с помощью биноптометрии
Горынина Ольга Андреевна 49

Индивидуальные особенности изменчивости ушной раковины студентов первого курса лечебного и педиатрического факультетов 2025-2026 года обучения в скрининге заболеваний внутренних органов
Кизюкевич Леонид Стефанович, Андреев Виктор Павлович, Амбрушкевич Юрий Георгиевич, Левэ Олег Иосифович, Дричиц Ольга Алексеевна, Манцевич Екатерина Викторовна 55

Сельскохозяйственные науки

К вопросу о формировании элементов структуры урожая подсолнечника в производственном посеве
Хижняк Владимир Иванович, Несмиян Андрей Юрьевич, Базова Анастасия Сергеевна, Кувшинова Елена Константиновна, Домашенко Александра Витальевна 68

Экономические науки

Теоретико-методический подход к обеспечению сопряжения производственно-экономических и управленческих систем предприятий
Михайловский Артемий Владимирович 78

Стратегическое управление продуктово-сервисной трансформацией промышленных предприятий
Тер-Акопов Вадим Геннадьевич 84

Педагогические науки

Патриотическое воспитание в преподавании физики
Лахатова Мария Ивановна 91

Искусствоведение

Культуротворческие практики в процессе интеграции молодежи крупного города в современную музыкальную культуру
Тислянкова Валентина Ивановна 93

Филологические науки

“Инферно” Данте Алигьери: образ ада и его трансформация в литературе и кинематографе
Романчук Любовь Анатольевна, Дябина Владислава Николаевна 98

Исследование перевода китайских фразеологизмов на русский язык с точки зрения теории экоперевода
Лу Бинъян, Ли Вэйхань, Абудуэйни Жэсити 122

DOI 10.34660/INF.2026.77.41.024

АНАЛИЗ ДАННЫХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ НА ДЕТЕКТОРАХ УСТАНОВКИ TAIGA-HISCORE ЗА ПЕРИОДЫ С 2014 ПО 2026 ГГ.

Ершова Ольга Андреевна
соискатель ученой степени кандидата наук
Научно-исследовательский институт прикладной физики ИГУ,
Иркутск, Россия

В этой работе проведен анализ накопленных в соответствии сезонам наблюдений данных по точечным гамма-событиям (гамма-всплескам) на установках TAIGA-HISCORE [1, 2]. Рассмотрена вероятность регистрации указанного типа источников в соответствии с порогом наблюдений установки, а также ограничения, связанные с процессами поглощения в разных режимах работы установки, нахождения источника на близких расстояниях, а также его исключительно высокой светимости.

Ключевые слова: *гамма-излучение, гамма-всплески, источники высоких энергий, черенковс-кое излучение*

Введение

Высокоэнергетическое излучение (рентгеновское и гамма-лучи) может появляться в результате процессов, происходящих в космических источниках. Примером является излучение вокруг нейтронных звезд при движении заряженных частиц (синхротронное), а также комптоновское излучение. Другими источниками являются космические лучи. Природа возникновения высокоэнергетических лучей до сих пор является нерешенным вопросом. Источниками могут являться также аккреционные диски вокруг черных дыр, активность сверхмассивных черных дыр в центре галактики (AGN), вращающиеся нейтронные звезды (пульсары), солнечные вспышки, излучение горячей плазмы (в остатках сверхновых звезд), события взрывного характера: вспышки сверхновых звезд, коллапс ядер массивных звезд (предшествующий появлению гамма-всплеска), релятивистский джет блазара (как разновидность активности ядра галактики).

В задачи гамма-астрономии входит изучение источников жесткого гамма-излучения, образуемого при взаимодействиях различных высокоэнергетических частиц друг с другом. После появления спутниковых гамма-обсерваторий, были

выявлены такие источники, как квазары, AGN (активность галактических ядер), излучение остатка сверхновой, пульсар в Крабовидной туманности, а также солнечные вспышки. Исследование излучения высоких энергий несет информацию о природе, локализации источников, понимания процессов самых динамичных процессов во Вселенной, процессов ускорения частиц, эволюцию звезд.

Целью работы является поиск успешных наблюдений излучения источников высоких энергий с помощью установки TAIGA-HISCORE [1, 2] выше ~ 30 TeV для группы гамма-всплесков. В результате получены возможные источники в диапазоне высоких энергий среди самых сверхярких/близких ($z < 0.3$) GRB (гамма-всплесков), которые представлены количеством часов наблюдений на установке. Так как значимость сигнала не достигает 3 сигма, получены ограничения на поток излучения. Исследования высоких энергий позволяют узнать о механизме ускорения частиц и физике вещества около компактных объектов, а также узнать больше об их эволюции

Методика данного исследования – обработка накопленных архивных данных, выборка объектов, подходящих под условия регистрации излучения высоких энергий, изучение и сравнительный анализ полученных результатов, а также эффективности работы системы за указанные период наблюдения.

С 2014 года установка расширяется до 120 черенковских детекторов, распределенных на площади 1 км^2, что позволяет улучшить характеристику минимального потока от источника, который установка может отличить от фона, получить статистику для слабых источников, увеличить верхний диапазон регистрации до 1 PeV. В области высоких энергий постоянно идет развитие, как в части модернизации существующих детекторов, так и в накоплении статистических данных наблюдений. В период 2020–2022 гг. были получены первые статистически значимые сигналы от: Крабовидной туманности (6σ), блазара Маркарян 421 (5σ). Эти наблюдения проводились в энергетическом диапазоне 25–100 ТэВ и выше

В целом необходимо отметить, что такие события как гамма-всплески в эксперименте обычно не сопровождаются излучением высоких энергий выше нескольких TeV (самые мощные из них), хотя иногда появляются сообщения об отдельных событиях, превышающих этот порог более чем 100 TeV. Чаще всего это пульсары, как например, в недавней работе китайских авторов [5] по изучению источника HESS J1857+026. В этой работе отмечено явное смещение источника высоких энергий относительно пульсара, что позволяет обсуждать морфологию такого сложного объекта.

В 2024 году в работе [6] был исследован необычно яркий объект – это был гамма-всплеск 221009A, находящийся на $z = 0.15$ от Земли китайскими авторами на орбитальном гамма/рентгеновском телескопе GECAM-C и Insight-HXMT (первый рентгеновский китайский спутник). Всплеск был очень мощный (до 18 TeV) и яркий, длительность события составляла около 10 часов. За весь период

наблюдений на разных обсерваториях мира наблюдались также другие гамма-всплески, достигавшие излучения в единицах TeV : 190114C (z = 0.42, E ~ 1 TeV), 190829B (z = 0.18, E = 3.3 TeV), 201216C (z = 1.1, E ~ 0.3-0.5 TeV), 180720B (z = 0.653, E ~ 0.5-1 TeV)

В последних работах [7] была подробно рассмотрена модель гамма-всплеска (стандартная модель ударных волн в релятивистских джетах), для которой бы выполнялось условие появления высокоэнергетического излучения в диапазоне $> 10^{13}$ эВ (10 TeV). В рассматриваемом авторами спектре идеального всплеска (в слабом магнитном поле) присутствуют две компоненты излучения: синхротронная и SSC (Synchrotron-Self-Compton – синхротронное самокомптоновское излучение). SSC является синхротронным излучением (низкоэнергетические фотоны), созданным электронами в ударной волне при столкновении с ними же. Такое же распределение электронов вызывает обратное комптоновское рассеяние более мягких синхротронных фотонов, создавая синхротронное самокомптоновское (SSC) излучение в диапазоне ТэВ.

Первая компонента обычно подавляет вторую, и здесь мы получаем «завал» или спад спектра излучения. Причины обычного подавления первой компоненты:

1) Фотоны высокой энергии взаимодействуют с «мягкими» фотонами, сильно поглощаясь

2) Фотоны > 30 ГэВ взаимодействуют с ИК/оптическим фоном Вселенной

3) Для z > 0.3 наблюдение E > 10 ТэВ в рамках стандартных астрофизических моделей практически невозможно даже при отсутствии внутреннего поглощения

Большинство событий гамма-всплесков, регистрируемых Swift, Fermi обладают измеренными гамма-рентгеновскими характеристиками [7]. При изучении спектров, полученных с помощью программной обработки данных, изучаемый диапазон высоких энергий составляет до 10 MeV. Далее существуют отдельные события для 0.1 - 100 GeV и очень редкие события в диапазоне E > 100 GeV - 10 TeV. Поэтому для повышения количества регистрации таких событий используют установки быстрого наведения, работающие в алертном режиме. Рабочий диапазон установки - 20–500 ТэВ (измерение спектра космических лучей, наблюдений экстремальных вспышек блазаров и других явлений), такой порог может снижать фон от более слабых источников.

Второй проблемой является проблема моделирования результатов – из-за сложности их проверки экспериментально. Существующие программные пакеты, такие как CORSIKA и другие позволяют детально моделировать широкие атмосферные ливни, инициированные высокоэнергетическими частицами космических лучей. Результаты моделирования сравнивают с реальными наблюдениями на установках. Исследования высоких энергий позволяют уточнять

механизмы взаимодействия частиц, возникновения и эффективность процесса излучения, в том числе процессов энерговыделения в гамма-всплесках.

Целью настоящей работы является поиск событий высоких энергий от различных астрофизических источников (на примере гамма-всплесков и других объектов) с помощью TAIGA-HISCORE в архивных (с момента начала работы системы в 2014 году) и текущих наблюдениях. Также они могли быть зарегистрированы от других астрофизических и других источников.

Задачей работы является поиск совпадений гамма-событий в поле зрения детекторов обсерватории TAIGA (которые наблюдались совместно с МАСТЕР-Тунка).

Установка TAIGA-HiSCORE (картинка)

TAIGA-HiSCORE (High Sensitivity Cosmic Ray Experiment) – это массив широкоугольных черенковских детекторов, сгруппированных в 4 кластера, расположенный в Тункинской долине. Сезон наблюдений – осень-зима. Значение поля зрения (FoV) составляет 0.6 стерадиан, эффективная площадь каждого детектора – 0.5 м2. Детектор состоит из металлического корпуса, контроллера оптической станции, высоковольтного блока питания, нагревателей, фотоумножителей с делителями напряжения и предусилителями. Каждая оптическая станция содержит 4 фотоумножителя. Энергетический диапазон регистрации > 50 TeV. TAIGA как комплекс состоит и из других инструментов, из которых HiSCORE позволяет проводить восстановление характеристик ливня частиц (ШАЛ), таких как энергия и направление прихода.

Первые 9 станций HiSCORE стали работать с сентября 2013 г. С 2014 г - 28 станций. В дальнейшем наращивалось количество станций, и с сентября 2021 г., их стало (последовательно) 32 + 27 + 30 + 32 = 121 станция. Общая площадь занятая детекторами составляет 1 км^2. В проекте расширение как по числу, так и по занимаемой площади. Преимуществами HISCORE для поиска высокоэнергетического излучения от GRB является широкое поле зрения, высокая чувствительность установки. Кластерная структура требует высокой степени синхронизации установки.

Станция сети роботов-телескопов МАСТЕР в Тункинской долине (картинка)

К 2026 году сеть телескопов-роботов Глобальной сети МАСТЕР МГУ [8] расположена по всему миру, что позволяет осуществлять непрерывный контроль вспыхивающих новых объектов в обоих полушариях. Сеть МАСТЕР состоит из 10 станций по всему миру – 6 в России (Тунка, Кисловодск, Благовещенск, Коуровка, Крым, Востряково), OAFA (в сотрудничестве с Аргентиной), IAC (Тенерифе), SAAO (ЮАР), Мехико (Рис.3).

Автоматический режим наблюдений позволяет получать в обработку до нескольких десятков и даже сотен тысяч источников и программно проводить их отождествление в соответствие, определяя движущиеся и стационарные

объекты. Глобальная сеть телескопов-роботов МАСТЕР МГУ позволяет проводить непрерывные наблюдения новых вспыхивающих объектов благодаря своим ключевым особенностям: идентичное приемное оборудование каждой обсерватории МАСТЕР, распределение по долготам и широтам земного шара, обеспечивающее быстрое наведение (десятки градусов в секунду), собственное программное обеспечение обработки широкопольных изображений в режиме реального времени (1-2 мин после считывания с матрицы) с отождествлением оптических транзиентов (далее ОТ).

Широкопольный оптический канал МАСТЕРа включает в себя двойные 40-сантиметровые телескопы-роботы полем 4 квадратных градуса каждый и возможностью наблюдать в разведенном (инспекционном) режиме, оснащенные разработанным в группе МАСТЕР фотометрами, позволяющими проводить одновременно в двух трубах фотометрические B,V,R,I и поляризационные наблюдения.

Методы анализа данных: отбор источников, выбор подходящих условий, учет фона

1. Выявление событий (из исследуемой группы)

В работе проанализированы данные HiSCORE за период с января 2014 года по март 2026 года. За это время зафиксировано 87 гамма-всплесков, попадающих в поле зрения установки. Для каждого события анализировались временные окна шириной ±300 секунд относительно времени триггера по данным Fermi GBM и Swift.»

В 2013 году (запуск первых станций) направление или зенитный угол наблюдения установок находился в диапазоне от 0 до 50˚ (точность 0.7˚) (см. Табл.3.2).

Для анализа данных были выбраны события, зарегистрированные детекторами во время наблюдения других астрофизических источников, таких как (Крабовидная туманность, Dragonfly, J2227+610 (G106.3+2.7), J2031 +415 (Cygnus Cocoon). При обработке базы данных МАСТЕРа исключались события, попавшие в дневное время, в положительную высоту Луны, в пасмурную погоду. Далее был произведен отбор среди самих исследуемых событий по высоте над горизонтом и длительности наблюдения. Учитывались также яркие события и события на небольших значениях красного смещения z.

Результаты показали, что эффективность наблюдений с помощью широкопольной установки зависит в первую очередь от длины периодов наблюдения, непрерывности работы. Второе – от эффективной площади обнаружения. Для условий, уменьшающих фон (соотношение S/N) и повышающих успешность обнаружения объектов на кадре выбраны безлунные, отсеяны сумеречные, утренние и дневные периоды.

Эффективность наблюдений падает с увеличением зенитного угла наблюдения, так, от 0 до 25˚ – 2.3 σ или 99%, после θ = 30˚, КПД начинает снижаться, при θ > 40-55˚, эффективность составляет уже 50-60% (0.67 σ). После θ = 55˚

успешность наблюдений составляет 50% (0 σ) из-за потерь сигнала на адронном фоне. Это значение повышается расширением эффективной площади наблюдения (то есть увеличением числа установок), применением методов атмосферной коррекции и использованием машинного обучения для обработки сигнала, а также ручной калибровки фона. Таким образом, до $\theta = 50^{\circ}$, можно наблюдать гамма-события. Также влияет сезонность, в связи с прозрачностью атмосферы.

Регистрация ливневых событий на установке TAIGA-HiSCORE осуществляется с 2013 г (9 станций) по 2025 г (111 станций) в разных направлениях на небесную сферу. Гамма-всплески (за все время наблюдения) попадали в поле зрения установки, среди них 7 – в момент триггера.

Обсуждение

Излучение TeV послесвечение для самых мощных гамма-всплесков может продолжаться от 1-3 ч до 3-5 дней (пример GRB 221009A). К примеру, для GRB 250327B наблюдения начались спустя 6 ч после триггера, поэтому данные после захода Солнца могут быть проанализированы, так как послесвечение всплеска продолжалось до 10.5 часов. Соответственно, получив данные в часы и дни после начала всплеска, можно ожидать значимого сигнала в этот период при соблюдении всех остальных условий успешной регистрации.

Попадание в поле зрения HiSCORE

Таким образом, можно узнать возможность наблюдения конкретного события, а также было ли оно зарегистрировано и проводилась ли обработка и запись данных в базу. За весь период (с 2014 по 2026) в области неба, наблюдаемой на установке TAIGA-HiSCORE было зарегистрировано 202 алерта.

В течение месяца 8 событий наблюдались с их начала, время наблюдения составило от 0.1 до 95 часов для каждого. Из всего количества алертов 23 попадали в поле зрения установки, по сравнению со всем возможным временем наблюдения. 8 источников наблюдали от 0.6 до 3.6 часов (см. Табл. 2). В Табл.2 можно отметить, что набор данных осуществлялся для всех событий, с учетом времени после триггера или начала всплеска, исключая периоды дневного времени, и отсутствия метки записи. За весь период до (с 2014 до 2024 года МАСТЕР-Тунка провел наблюдения 195 гамма-всплесков. В 2024 году – 42, ОТ у 6 всплесков, в 2025 – 52 события, ОТ – у 4 всплесков. В 2025 году МАСТЕР-Тунка провел наблюдения 52 событий гамма-всплесков с 4 обнаружениями оптического компонента (ОТ) всплеска. Из исследуемой выборки (табл. 2) оптическое послесвечение обнаружено на МАСТЕРе для GRB 170202A 3 станциях сети яркостью 16.2 зв.в.

Число часов наблюдений на HiSCORE по сезонам: 2014-2016 год (октябрь-февраль) – 250 часов наблюдений, 2017-2018 год – 180 ч (17 000 гибридных событий Краб), 2018-2019 г (зимний сезон) – 475 часов, 2021-2024 (905 283

событий), 2021-2024 – 423 + 282 часа, 2020-2021 – 481 ч., 2018-2019 475ч, 2025 год – 700 ч данных

Все время наблюдения на TAIGA-HiSCORE для всех исследуемых точечных гамма-источников – 4892 ч. 15.783 ч – время фактических наблюдений. Ливневых событий за 2021-2024 год – 905 283 события, 2015-2017 – 380 000 событий, 2017-2018 –10 000 совместных событий, гамма-подобные события – 255 событий, ~7 000 000 триггерных событий и 905 283 прошедших отбор [11]. Число событий TeV GRB за все время (8 лет наблюдений) – 5 событий. Общее число всплесков (по данным каталога Fermi GBM) – 1920 за все время.

Регистрируемых GRB на МАСТЕР (оптическая компонента) в среднем ~50 событий в год. По данным Fermi-GBM (орбитальный гамма-телескоп) событий гамма-всплесков регистрируется ~240 в год. Из них по данным Fermi LAT: 18-19 с GeV-излучением. Событий уровня TeV зарегистрировано на сегодняшний момент – 5 событий за все время наблюдений (с 2008 года, перечислены выше). Гамма-всплесков в GeV-диапазоне регистрируется ~20 в год на Fermi LAT (8% от всех событий).

Табл. 5 Верхние пределы на число событий по сравнению с числом событий фона наблюдения которых попали в максимум времени энерговыделения всплеска (период t_90):

GRB_id	T_exp	T_90	Γ	z	F95 (E > 30 TeV) (ph cm-2 s-1)	F95 (E > 1 TeV) (ph cm-2 s-1)
231115A	120 с	0.06	2	0.00067	3.6211e-11	1.1593e-10
250327B	120 x 4	436.0	1.47	3.0	6.5096e-12	1.7103e-10
240905E	120 с	10.00	1.25	-	No observations	-

Табл. 6 Верхние пределы на число событий в часы после начала всплеска):

GRB_id	T_exp, post hrs	T_90	Γ	z	F95 (E > 30 TeV) (ph cm-2 s-1)	F95 (E > 1 TeV) (ph cm-2 s-1)
230414B	0.03 hrs	29.06	4.50	3.568	4.3e-11	3.80e-10
240305A	3 hrs	13.05	2.06	-	No observations	-
251222A	14 hrs	85.5	1.83	3.171	2.2352e-11	1.4743e-10
260416A	8 hrs	45	2.05	1.910	-	-
260310A	11 hrs	86	0.15	0.153	3.9423e-11	2.6003e-10
230414A	3 hrs	0.45	1.45	-	5.4713e-11	3.6088e-10

В табл. 5 и 6 вычислены верхние пределы на интегральный поток излучения [15]. Вычисления производились на языке Python с использованием библиотек Numpy и SciPy [16], [17]. Для вычисления эффективной площади использовались симуляции в CORSIKA [18], используя известные из SWIFT BAT/XRT координаты, а также время прохождения над всем массивом детекторов. Сравнивая полученные данные с известными $-10^{-14} – 10^{-15}$ ph cm-2 s-1 для HiSCORE в диапазоне 30-100 TeV при изучении постоянных известных источников, накапливая сотни часов наблюдения [19], [20] и для второго случая - коротких транзиентов, для которых интегральный поток составляет $10^{-10} – 10^{-11}$ ph cm-2 s-1 [21] можно найти соответствующими полученные пределы. Хотя рабочий энергетический порог установки составляет 30–40 ТэВ, была выполнена экстраполяция вниз до 1 ТэВ для оценки соответствующего верхнего предела.

Так как при обработке большого числа гамма-событий из базы МАСТЕРа (123 события), относительно статистики по низкоэнергетическим гамма-событиям случайное попадание малоэффективно в сезоны наблюдений на установке в одиночном режиме в отличие от алертного. Однако для короткоживущих событий этот способ может быть приоритетным, при условии превышения порога наблюдений, а также близких расстояний до объекта (красное смещение объекта $z < 0.3$). Также имеет значение порог детектирование установки (так как диапазон таких событий, как гамма-всплески, обычно находится в интервале до 300 GeV, в то время как исследуемые на HISCORE цели, такие как космические лучи могут обладать энергиями 200-300 TeV и выше.

Алертный метод наблюдения:

При проверке данных всплесков, результат также получен для GRB 221226A (IC221216A) – нейтринный алерт IceCube. Основной причиной малого количества обнаружений является высокий порог наблюдений установки (около 30-40 TeV), в то время как одно из самых ярких событий этой категории (всплеск

221009A- “BOAT”, обнаруженный космической обсерваторией Fermi и далее подтвержденный Swift, а также китайскими спутниками HEBS и Insight-HXMT, гамма-кванты высоких энергий зарегистрирован на LHAASO) достигает 18 TeV. Однако если будут обнаружены всплески с очень небольшим красным смещением (расположенные ближе z = 0.3), установка получит возможность для их наблюдения при условии хороших погодных условий и других факторов.

Таким образом, установка TAIGA-HISCORE способна работать также по точечным событиям, локализованным совместно с другими системами (МАСТЕР). Непрерывность работы установки в сезоны наблюдений по таким событиям позволит производить набор данных по таким объектам при наличии хороших погодных условий.

Заключение

В рамках исследования – изучения и наблюдения астрофизических источников жесткого гамма-излучения была проанализирована группа гамма-всплесков по накопленным архивным данным установки TAIGA-HiSCORE в диапазоне выше 30 TeV. Для этого выполнен поиск возможных источников для z < 0.3, для которых получены часы наблюдений на установке. В результате анализа данных, можно сделать вывод о том, что на детекторах TAIGA HiSCORE получены данные для четверти гамма-всплесков из всей исследуемой группы и до 100 часов наблюдений для каждого события. Регистрация становится более вероятной при превышении порога на установке, разных режимов работы установки и нахождения источника на близких расстояниях, а также исключительно высокой светимости источника. Преимуществом является непрерывность работы в сезоны наблюдений, позволяя собирать статистику для самых короткоживущих объектов.

Список литературы

1. N. M. Budnev, Phys. At. Nucl. 88, 232 (2025).

2. O. Gress, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 845, 367 (2017).

3. R. Sari, T. Piran, R. Narayan, Astrophys. J. 497, L17 (1998).

4. P. Kumar, B. Zhang, Phys. Rep. 561, 1 (2015).

5. X. Guo, X. Liu, Y. Xin, Astrophys. J. 261, 1 (2023).

6. Z. H. An, et al., Natl. Sci. Rev. 11, 1 (2023).

7. E. Aguilar-Ruiz, R. Gill, P. Beniamini, J. Granot, Mon. Not. R. Astron. Soc. 546, 1 (2026).

8. V. M. Lipunov, et al., Adv. Astron. 2010, 349171 (2010).

9. P. Balanutsa, et al., GCN Circulars, No. 38057, 1 (2024).

10. V. V. Prosin, in ISCRA-2025 (Moscow, 2025), p. 1.

11. M. Lincetto, et al., GCN Circulars, No. 33065 (2022).

12. G. Panebianco, et al., GCN Circulars, No. 33113 (2022).

13. The LIGO Scientific Collaboration, et al., GCN Circulars, No. 38043 (2024).

14. W. A. Rolke, A. M. López, J. Conrad, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 551, 493 (2005).

15. P. Virtanen, R. Gommers, T. E. Oliphant, et al., Nat. Methods 17, 261 (2020).

16. C. R. Harris, K. J. Millman, S. J. van der Walt, et al., Nature 585, 357 (2020).

17. D. Heck, J. Knapp, J. N. Capdevielle, G. Schatz, T. Thouw, Report FZKA 6019 (Forschungszentrum Karlsruhe, 1998).

18. M. Tluczykont, D. Hampf, D. Horns, et al., Astropart. Phys. 56, 42 (2014).

19. N. Budnev, I. Astapov, P. Bezyazeekov, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 1012, 165622 (2021).

20. A. D. Panov, I. Astapov, G. M. Beskin, et al., Phys. At. Nucl. 84, 1037 (2021).

21. Z. Cao, F. Aharonian, Q. An, et al., Science 380, 1390 (2023).

DOI 10.34660/INF.2026.61.29.052

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНХРОНИЗАЦИИ КОЛЕБАНИЙ ОСЦИЛЛЯТОРОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ (УСКОРЕНИЯ ИЛИ ЗАМЕДЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ В ЦИКЛАХ)

Смирнов Владимир Юрьевич
ООО "Азфорус", Москва, Российская федерация
Кузнецова Анна Викторовна
кандидат биологических наук
Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, Москва, Россия

Аннотация. *В работе рассмотрены вопросы синхронизации колебаний в осцилляторах.*

Каждый осциллятор представлен на плоскости (или в пространстве любой размерности) набором из двух (или большего числа) систем кусочно-линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами.

Переключение этих систем уравнений (описывающих каждый осциллятор) происходит, когда интегральная кривая достигает некоторого порога на фазовой плоскости (в фазовом пространстве). Интегральные кривые этих систем уравнений состыковываются по непрерывности у границ переключений.

Показаны возможные механизмы синхронизации колебаний (и по частоте, и по фазе) для пары осцилляторов, сконструированных таким образом. Даны физические интерпретации такой синхронизации.

Моделирование осцилляторов такого вида для реального макромира может быть проведено по экспериментальным данным – временным рядам. В этом случае данные оказываются аппроксимированными по критерию минимизации среднеквадратичного отклонения.

Ключевые слова: *Кусочно-линейные разностные уравнения, синхронизации колебаний в осцилляторах, аппроксимация экспериментальных данных.*

Abstract. *This paper presents questions of synchronization of the oscillator's oscillation.*

Each oscillator represented as a set of two (or more) systems of piecewise-linear differential equations with constant coefficients, on the plane or in space of any dimension. Switching from one system of equations to another is obtained when integral curve reaches some threshold on phase plane (phase space). Integral curves of equations are connected by continuity.

Possible mechanisms for synchronizing oscillations are shown (both in frequency and phase) for a couple of such oscillators and possible physical interpretations of such behavior are described.

Modeling of oscillators of this type for the real macrocosm can be carried out using experimental data – time series. Such model of oscillator approximates experimental date with solution of linear differential equations on condition of minimizing the RMS deviation.

Keywords: *Piecewise-Linear Differential Equations, Synchronization of oscillations in oscillators, Approximation of experimental data.*

Введение

К настоящему времени известно большое количество работ, описывающих явления синхронизации колебаний в кластерах осцилляторов. Первое такое наблюдение, относящееся к синхронизации маятниковых часов, было сделано Гюйгенсом (Christiaan Huygens) еще в середине XVII века.

Среди современных работ по синхронизации колебаний есть такие, в которых просто приводятся описания наблюдений за синхронными явлениями природы и экспериментов [1, 2, 3]. Математические модели в них не строятся или только упоминаются.

Большинство современных работ по синхронизации колебаний посвящено математическим моделям в виде систем дифференциальных уравнений Адлера [4, 5], Ван-дер-Поля [6], Курамото [7, 8, 11]. Рассматриваются также и другие системы уравнений, например [9, 10].

Во всех этих работах [4-10] исследуются такие явления, как квазипериодические и хаотические колебания, взаимная синхронизация фазовых осцилляторов, вынужденная синхронизация фазовых систем, разные виды бифуркаций в системах дифференциальных уравнений, а также синхронизация процессов за счет внешнего шума и внешнего воздействия [5, 7].

Для получения выводов общего характера, относящихся к изучаемым системам дифференциальных уравнений, в работах [4-10] и, в частности в [9], используются сложные математические аппараты сечений Пуанкаре, карт ляпуновских показателей, геометрических образов многочастотной квазипериодичности в фазовом пространстве (в виде многомерных инвариантных торов).

В указанных работах кластеры осцилляторов изучаются при “взгляде снаружи” – без рассмотрения устройства самих осцилляторов (за исключением

уравнения Адлера, предназначенного изначально для описания процессов в ламповом генераторе).

Связь используемых в [4-10] уравнений с какими-либо физическими объектами не рассматривается или просто декларируется - исходя из того, что уравнения феноменологически описывают появление (исчезновению) синхронности по частоте и/или фазе колебаний в совместном поведении колебательных процессов. В частности, это относится и к общеизвестной модели Курамото [11]

$$\theta'_i = \omega_i + \frac{k}{N}\sum_{j=1}^{N}\sin(\theta_i - \theta_j), \qquad i = 1,..,N$$

где θ_i - фаза i-го осциллятора, θ'_i - производная по времени, ω_i - собственная частота i-го осциллятора, N - количество осцилляторов, коэффициент k характеризует силу связи между осцилляторами, .

Как сказано в [8], эта модель заняла доминирующее положение в области работ по синхронизации.

Как другой пример аналогичного подхода, когда первичной является некоторая система уравнений, в [10] рассматривается "модель электрической активности нейрона" как система вида:

$$X_{k1} = X_k + F(X_k) - Y_k - \beta H(X_k - d) + I_k$$
$$Y_{k1} = Y_k + \varepsilon(X_k - J)$$

"где переменная X качественно характеризует изменение мембранного потенциала нейрона, Y отвечает за совокупное действие ионных токов (так называемая, восстанавливающая переменная), параметры β, d, ε, J являются контрольными. Функция F является кубической нелинейностью, $H(X_k - d)$ - это ступенчатая функция Хевисайда, а слагаемое I_k определяет внешнее синаптическое воздействие на нейрон. Для этой системы автор исследует динамические режимы (среди которых есть как регулярные, так и хаотические), которые система уравнений воспроизводит при различных значениях ее параметров.

Кроме указанных выше, существуют также работы, в которых строятся модели синхронизации колебаний, опирающиеся на рассмотрение физического устройства (биологического, технического и т.д.) для данного конкретного объекта-осциллятора [12-15].

Причем в таких работах зачастую выявляются и общие принципы - переключение процессов на порогах и "управление по узкому месту" (суть последнего заключается в том, что величина тех ресурсов, которые накопились в избытке, никак уже не влияет на протекание процесса, соответствующего "узкому месту").

О переключении процессов на порогах говорится, например, в статье о клеточном цикле [12]: “Циклинзависимые киназы (Cdk) - ферменты фосфорилирующие другие белки, изменяя их функцию. Клеточный цикл контролируется изменением активности Cdk, которая регулируется периодическим образованием и распадом их регуляторных субъединиц - циклинов. Смена синтезов и разрушений различных циклинов обеспечивает переходы и протекания различных фаз клеточного цикла”.

В электронике примером переключения процессов на порогах является работа мультивибратора [13].

Примером системы, для которой известно наличие управления по “узкому месту”, является в частности, работа сердца (стадия QRS-комплекса и стадия изменения концентраций ионов) - электрическая активность миокарда на интервале времени, соответствующем QRS-комплексу, не зависит от процессов изменения концентраций ионов калия или кальция и, напротив, по завершении QRS-комплекса процессы изменений концентраций ионов не зависят от практически постоянного состояния (называемого изолинией) электрической активности клеток миокарда.

Другой пример управления по “узкому месту” относится к функционированию клеточных митохондрий и описан в [14]: “Малые количества Ca2+ не в состоянии открыть пору, а большие количества Ca2+ индуцируют состоянию с постоянно-открытой порой. В большом диапазоне промежуточных концентраций ионов Ca2+ наблюдаются колебания состояния этой поры между открытым и закрытым состояниями”. То есть в диапазоне промежуточных концентраций ионов Ca2+ лимитирующим фактором является уже не Ca2+, а некоторый другой.

Биологические ферментативные процессы тоже иллюстрируют управление по “узкому месту” [15].

Целью данной работы стало описание *в*озможных механизмов синхронизации по частоте и фазе в модели, описываемой в виде двух (или большего числа) систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами. Такой подход является достаточно общим и не связан с какой-либо физической системой или конкретной системой уравнений.

Использование отдельных звеньев (уравнений) в нашей модели апеллирует к управлению по “узкому месту” - избыточные компоненты могут при этом считаться постоянными, а весь сложный процесс распадается на звенья, которые могут описываться уравнениями 1-го или 2-го порядков, что упрощает описание всей системы.

Модель осциллятора этого вида была нами описана в [17], а в [16] обоснован метод получения коэффициентов и начальных условий (по экспериментальным данным в виде временного ряда) для авторегрессий, используемых в описанной в [17] модели.

Исходные временные ряды при таком подходе оказываются аппроксимированными решениями систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами, то есть экспонентами с действительными или комплексно-сопряженными показателями (функциями – косинусоидами, модулированными экспонентами), при этом аппроксимация оказывается выполненной по критерию МНК - минимизации среднеквадратичного отклонения (моделирующей кривой от экспериментальных данных) для всех отсчетов экспериментального ряда во все моменты *j* участка его аппроксимации $j \in [0, m]$, *m* – длина участка, за 0-й отсчет принято начало аппроксимируемого участка ряда.

Для получения цикличности решений интегральные кривые систем уравнений в нашей модели состыковываются по непрерывности. Переключение с одной системы уравнений на другую происходит при достижении интегральными кривыми границ на фазовой плоскости (пространстве).

Выбор моделирующих функций в виде решений кусочно-линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами представляется нам наиболее соответствующим физической сути многих реальных динамических процессов макромира. В чистом виде такое поведение характерно для радиоактивного распада делящихся элементов. Даже процессы релаксационного типа, например, в механике или электронике, имеют описание фронтов в виде быстро затухающих экспонент или косинусоид, модулированных экспонентами. Уравнения, описывающие эти процессы, соответствуют физической основе, заложенной в понятия индуктивности и емкости, что и обеспечивает адекватность модели и позволяет проводить численные расчеты всех участвующих величин [13]. А для процессов накопления или расходования некоторых взаимосвязанных ресурсов, при которых скорость накопления (расходования) пропорциональна наличествующей массе ресурсов, такое описание вытекает из самих понятий массы ресурса и скорости его накопления.

Количество переключающих порогов в реальных физических системах может быть, по-видимому, разным. В маятнике или мультивибраторе их, например - два. В таких системах возможна синхронизация в противофазе - как запуск ветвей процессов от противоположных порогов.

Что касается реальных систем с числом порогов, большим чем 2, то по крайней мере один такой цикл существует в биологии (цитата о “переключателях” из [12] была приведена выше). Вероятно, таких примеров в биологии много. Впрочем, не любые биологические циклы работают как системы с переключениями, например в цикле трикарбоновых кислот (Кребса) химические процессы идут параллельно и не ждут завершения предыдущих стадий.

Важным свойством моделей с переключением ветвей процессов на порогах является их “жесткость” – устойчивый цикл этих моделей определяется условиями переключения систем уравнений (границами в фазовом пространстве)

и меньше зависит от коэффициентов отдельных составляющих модель систем уравнений.

Заметим, что кластеры осцилляторов стоит различать по ответу на внешний сигнал. К одному типу можно отнести осцилляторы, ведущие себя подобно синхронно вспыхивающим светлякам [1].

Из экспериментов известно, что светляки реагируют на вспышки своих сородичей, а также - что они могут следовать ритму мигания лампы, если частота этого мигания не сильно отличается от природной частоты мерцания исследуемых особей.

Сходным образом происходит синхронизация аплодисментов в зрительном зале, движений стаи рыб или синхронизация запуска электрического разряда клеток миокарда в сердце – в любом таком случае есть реакция на внешний побуждающий сигнал – светляки, зрители в зале и клетки миокарда просто реагируют на запускающий импульс. В указанных случаях синхронизация по фазе задается этим импульсом. Синхронизация по собственной частоте осцилляторов тут может и не наступать – надо лишь, чтобы они были подготовлены к возможности запуска (заряжены для следующей вспышки).

Совсем иной тип синхронизации - у осцилляторов типа маятников Гюйгенса (где нет явного побуждающего импульса). Такой тип синхронизации колебаний и рассматривается в настоящей работе.

Математическая модель. Настоящая статья опирается на наши предыдущие работы [16] и [17]. Задачей этой работы является применение разработанной модели осцилляторов для объяснения возможного механизма синхронизации колебаний осцилляторов и по частоте, и по фазе.

Модель осциллятора, представленного парой авторегрессий, была нами описана в [17]. Согласно этой модели, весь циклический процесс осциллятора состоял из двух участков (ветвей), склеенных по непрерывности таким образом, что конечный отсчет одного участка являлся началом другого и оба участка описывались своими авторегрессиями. Как было показано в [17], такое построение циклического процесса возможно вследствие того, что любую авторегрессию порядка k с известными постоянными коэффициентами $c_1,\ldots,c_k$, известными начальными условиями $Y_0,\ldots,Y_k$ и имеющую вид:

$$Y(j) = \sum_{i=1}^{k} c_i Y(j - i) + b$$

$$Y(j) = c_1 \times Y(j - 1) + c_2 \times Y(j - 2) + \ldots + c_k \times Y(j - k) + b \qquad (1)$$

Где b - можно представить в иной форме:

$$Y(j) = A_0(j) \times Y_0 + A_1(j) \times Y_1 + \ldots + A_k(j) \times Y_k + B(j) \qquad (2)$$

Здесь коэффициенты $A_k(j)$ и $B(j)$ меняются с течением времени *j*, время *j* принадлежит к области определения авторегрессии, а величины $Y_0, \ldots, Y_k$ являются начальными (искомыми) условиями $Y(j)$ в моменты

$j = 0, \ldots, j = k: Y_0 = Y(0), \ldots, Y_k = Y(k),$

Из того, что (1) может быть представлено в виде (2), вытекает возможность "послать" решение из начальной точки $Y_0 = Y(0)$ в заданную конечную точку $Y(\mathrm{n})$**:** достаточно решить уравнение (например, для авторегрессии 2-го порядка)

$$Y(\mathrm{n}) = A_0(n) \times Y_0 + \mathrm{A}_1(\mathrm{n}) \times Y_1 + B(n) \qquad (3)$$

относительно начального значения Y_1:

$$Y_1 = (Y(\mathrm{n}) - A_0(n) \times Y_0 - B(n)) / \mathrm{A}_1(\mathrm{n}) \qquad (4)$$

Тогда авторегрессия (1) с найденными таким образом значениями Y_0 и Y_1 примет на ***n***-м шаге в точности значение $Y(\mathrm{n})$. Это, в свою очередь, позволяет сконструировать процесс в виде замкнутого цикла, состоящего из двух (или большего количества) ветвей. Для этого достаточно из точки, полученной на некотором шаге N_1 процесса одной ветви, послать 2-ю замыкающую ветвь (2-й процесс) в начальную точку 1-го процесса.

Следует, однако, иметь ввиду тот факт, что хотя попадание за заданное число шагов из начальной точки в конечную всегда обеспечивается условием (4), но траектории движения сильно зависят от положения точки-цели и числа шагов до нее. В результате движение может происходить по существенно различным траекториям. Это связано с тем обстоятельством, что для того, чтобы при данной динамике процесса (определяемой его коэффициентами c_1, c_2, b), попасть в цель за заданное время (за нужное число шагов), необходимо дать процессу верный начальный толчок (определяемый начальным условием Y_1 в момент времени 1).

Выполнение условия (4) назовем "прицеливанием" в заданную конечную точку Y(n) из начальной точки $Y_0 = Y(0)$.

Что касается вычисления (по экспериментальным данным) коэффициентов c_k и b для (1) или коэффициентов $A_k(j)$, $B(j)$ и начальных условий $Y_0, \ldots, Y_k$ для (2), то соответствующие алгоритмы приведены в [16] для моделей (авторегрессий) 1-го, второго и любых более высоких порядков.

Там показано, что коэффициенты c_k и b для (1) должны быть получены из решения системы уравнений, представленной в [16] и формально совпадающей с системой уравнений Юла-Уокера.

После их нахождения переменные коэффициенты $A_k(j)$, $B(j)$ в форме (2) (для авторегрессии 2-го порядка) вычисляются для всех $j \in [0,m]$ по рекуррентным соотношениям:

Для $j = 0$: $A(0) = 0$; $B(0) = 1$; $C(0) = 0$ (5)

Для $j = 1$: $A(1) = 1$; $B(1) = 0$; $C(1) = 0$ (6)

а для $j \geq 2$:

$$A(j+1) = c_1 \times A(j) + c_2 \times A(j-1) \quad (7а)$$

$$B(j+1) = c_1 \times B(j) + c_2 \times B(j-1) \quad (7б)$$

$$C(j+1) = c_1 \times C(j) + c_2 \times C(j-1) + b \quad (7в)$$

Наконец, для получения начальных условий, обеспечивающих минимизацию среднеквадратичной ошибки аппроксимации по этим начальным условиям, необходимо решить следующую систему (относительно Y_0 и Y_1):

$$Y_1 \times \sum_{j=0}^{m} A(j) \times A(j) + Y_0 \times \sum_{j=0}^{m} A(j) \times B(j) =$$

$$= \sum_{j=0}^{m} (X(j) - A(j)) - \sum_{j=0}^{m} A(j) \times C(j) \quad (8а)$$

$$Y_1 \times \sum_{j=0}^{m} A(j) \times B(j) + Y_0 \times \sum_{j=0}^{m} B(j) \times B(j) =$$

$$= \sum_{j=0}^{m} (X(j) - B(j)) - \sum_{j=0}^{m} B(j) \times C(j) \quad (8б)$$

При полученных таким образом коэффициентах и начальных условиях, последовательность значений $Y(j)$, порожденная (1) (или, что то же самое - вычисленная по (2)), аппроксимирует экспериментальные данные $X(j)$ с минимизацией среднеквадратичной ошибки как по коэффициентам уравнений c_1, c_2 и b, так и по начальным условиям Y_0, Y_1.

Выражения для вычисления коэффициентов и начальных условий для авторегрессий порядка выше 2-го приведены в [16].

Описанный метод сразу дает точные значения коэффициентов и начальных условий модели и не использует какие-либо итерации.

Увеличение размерности фазового пространства не вызывает появления принципиальных трудностей как со стороны условия существования цикла, так и со стороны алгоритма аппроксимации экспериментальных данных [17].

Сформулируем теперь, что, собственно, необходимо для синхронизации по частоте и по фазе (с точки зрения функционирования самих осцилляторов кластера).

Синхронизация по частоте: тут должен существовать механизм уменьшения частоты для быстрых осцилляторов и увеличения - для медленных. Физической причиной для замедления/ускорения процесса может выступать некоторый

фактор, вырабатывающийся в процессе функционирования данного осциллятора. Для каждого из осцилляторов кластера он - свой. Этот фактор может быть чем-либо типа концентрации вещества, относящегося к данному осциллятору или иной величиной, например температурой, давлением, количеством произведенного товара. В любом случае, величина этого фактора должна быть пропорциональна периоду цикла данного осциллятора (чем длиннее период, тем больше выработалось вещества или выше стала температура внутри). Величина этого фактора сравнивается с пороговым значением (например, средним значением по осцилляторам). В результате сравнения происходит необходимое для синхронизации периодов замедление или ускорение процессов в данном осцилляторе (например, за счет синтеза фермента-катализатора или ингибитора).

Синхронизация по фазе: для пары осцилляторов несинхронность по фазе – это просто отставание/опережение процессов одного по отношению к другому. Поэтому для синхронизации по фазе процесс в отстающем осцилляторе должен догнать соответствующий процесс в опережающем осцилляторе и далее идти вровень с ним. То есть в отстающем процессе скорость его должна увеличиться вплоть до момента синхронизации фаз. Для процессов дискретного характера (авторегрессий) временное уменьшение скорости – это вставка дополнительных шагов в траекторию, генерируемую авторегрессией (либо пропуск шагов у отстающего процесса).

Эти соображения о синхронизации по частоте и по фазе совершенно тривиальны. Но дело в том, что в предлагаемых кусочно-линейных моделях осцилляторов механизмы синхронизации легко реализуются и имеют наглядную интерпретацию, из-за чего эти модели и рассматриваются авторами в качестве инструмента для описания возможных причин синхронизации осцилляторов. Если к тому же имеются в наличии экспериментальные ряды, снятые с изучаемых осцилляторов, то предлагаемые алгоритмы аппроксимации рядов позволяют получать и численные характеристики исследуемых процессов.

Результаты численного моделирования. Для иллюстрации указанных выше соображений по синхронизации (по частоте и по фазе) были смоделированы два циклических процесса (осциллятора). Моделирующая программа написана в среде Delphi-7 и работает под управлением Windows-7 (и Windows-10).

Каждый процесс состоит из двух ветвей (ветвь прямого хода справа-налево и ветвь обратного хода – замыкающая – слева-направо). Есть две границы – пороги для переключения ветвей. Это прямые, параллельные оси Y. Когда ветвь натыкается на порог (ветвь прямого хода – на левый порог и наоборот), то происходит переключение на ветвь для движения в обратную сторону. В точке пересечения с границей-порогом ветви состыкованы по непрерывности. Каждая из ветвей представлена парой авторегрессий (для движений по координатам X и Y):

$X(j) = c_{1x} \times X(j-1) + c_{2x} \times X(j-2) + b_x$ - для X,

$Y(j) = c_{1y} \times Y(j-1) + c_{2y} \times Y(j-2) + b_y$ - для Y.

Величины коэффициентов всех авторегрессий были выбраны просто из соображений наглядности расположения получающихся кривых на приведенных ниже иллюстрирующих картинках, а именно:

Ветви прямого хода (справа-налево) для 1-го и 2-го процессов имеют коэффициенты авторегрессий по X:

$c_{1x} = 1.976,\ c_{2x} = -0.977,\ b_x = 1.760$ - для 1-го процесса,

$c_{1x} = 1.977,\ c_{2x} = -0.978,\ b_x = 1,700$ - для 2-го процесса.

Коэффициенты авторегрессий прямого хода для Y:

$c_{1y} = 1.978,\ c_{2y} = -0,978,\ b_y = -1,754$ - для 1-го процесса,

$c_{1y} = 1.978,\ c_{2y} = -0,978,\ b_y = -1.800$ - для 2-го процесса,

Для 1-го процесса начальное условие (в момент j=0, что соответствует началу работы 1-го осциллятора и является движением из самой начальной точки $Ö_{R1}$ (на Рис. 1), далеко отстоящей от правой границы переключения): ($X_0 = 1150.0$, $Y_0 = 522.0$), что соответствует началу работы осцилляторов.

Аналогично, для 2-го процесса начальное условие (в момент j=0):

($X_0 = 1130.0$, $Y_0 = 442.0$) - точка $Ö_{R2}$ на Рис. 1.

Начальные условия X_1 и Y_1 (в момент j=1) вычисляются по выражению (4) так, чтобы обеспечить за 40 шагов попадание 1-го процесса в точку прицеливания (точку-цель $Ö_L$ - левую на экране и имеющую координаты "X"= 130, "Y"= 372). Эта точка - всегда одна и та же для обоих процессов (всех движений справа-налево). Количество шагов 40 выбрано для наглядности картинки. В результате – значение начального условия 1-го процесса в момент j=1: ($X_1 = 1082.58$, $Y_1 = 555.75$). Для 2-го процесса вычисленное начальное условие (в момент j=1): ($X_1 = 1062.95, Y_1 = 484.59$) обеспечивает попадание 2-го процесса в ту же точку-цель $Ö_L$, но за 44 шага.

Для обратного движения (справа-налево) коэффициенты:

$c_{1x} = 1.976,\ c_{2x} = -0.977,\ b_x = 1.741$ - для 1-го процесса,

$c_{1x} = 1.977,\ c_{2x} = -0.978,\ b_x = 1,751$ - для 2-го процесса.

Начальными условиями X_0 и Y_0 для обратного движения являются точки, относящиеся к прямым ходам процессов и лежащие сразу за пересечением этими процессами левой границы. Начальные условия X_1 и Y_1 вычислялись по выражению (4) – точкой прицеливания для 1-го процесса является точка $Ö_{R1}$

(стартовая этого процесса), а для 2-го процесса точкой прицеливания является точка $\ddot{O}_{R2}$. В результате прямые и обратные первые ходы процессов ведут себя так, показано на Рис. 1:

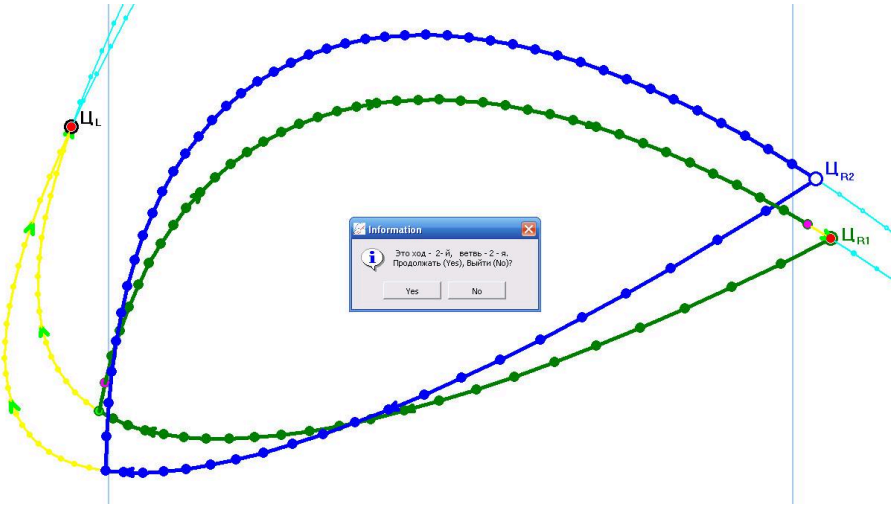


Рис. 1. Начальные ходы влево и вправо 1-го процесса (зеленые кривые) и 2-го (синие).

Следующие движения начинаются от точек пересечения трасс с очередной границей (1-й точки, лежащей за этой очередной по ходу ветви границей) и далее характер движений повторяется. Для процессов, показанных на Рис. 1 следующее движение - от правой границы к левой.

Как было показано в [17], при таком характере движения оба процесса очень быстро выходят на свои устойчивые циклы. В частности, для выбранных коэффициентов авторегрессий, начальных условий и точек прицеливания 1-й процесс практически выходит на свой устойчивый цикл уже на 3-м ходу слева-направо, что следует из рассмотрения ординат точек пересечения ветвей с левой переключающей границей: ордината, равная “757” после 3-го хода влево остается постоянной с точностью до целых (ординаты вычислялись программой как “integer”):

Ход 1-й, 1-я ветвь: 754, 2-я ветвь: 834
Ход 3-й, 1-я ветвь: 757, 2-я ветвь: 834
Ход 5-й, 1-я ветвь: 757, 2-я ветвь: 834
Ход 7-й, 1-я ветвь: 757, 2-я ветвь: 834

Вторая ветвь выходит на устойчивый цикл еще быстрее.

Процедура синхронизации процессов по частоте.

Тут осуществляется ускорение более медленной (отстающей) ветви 1-го процесса. А ускорение процесса – это уменьшение числа шагов в ветви, за которое он мог бы дойти до точки-цели (до точки $\ddot{O}_L$ при ходе влево, если бы не переключился на обратный ход на левой границе). Число шагов, за которое процесс достигает левой границы (число шагов между границами) при этом может уменьшиться (а может и не уменьшиться, если общее уменьшение числа шагов до точки $\ddot{O}_L$ придется на часть кривой после границы, так как число шагов между границами определяется всем ходом кривой от начальной точки процесса до точки-цели).

При уменьшении числа шагов в любой ветви всего процесса (цикла) частота цикла соответственно увеличивается (за меньшее число шагов достигаются границы переключения ветвей).

В моделирующей программе 1-й процесс (зеленый) задан изначально отстающим от 2-го (синего). В этом процессе производится ускорение - уменьшение общего количества шагов (от начала ветви до точки-цели данной ветви). Уменьшение числа шагов в зеленой ветви выполняется при каждом акте ускорения на столько, на сколько эта ветвь отстает (имеет большее число шагов между границами) от более быстрой (синей ветви).

На рисунках ниже показано, как меняется ход догоняющей (зеленой) ветви 1-го процесса при уменьшении общего числа шагов в нем:

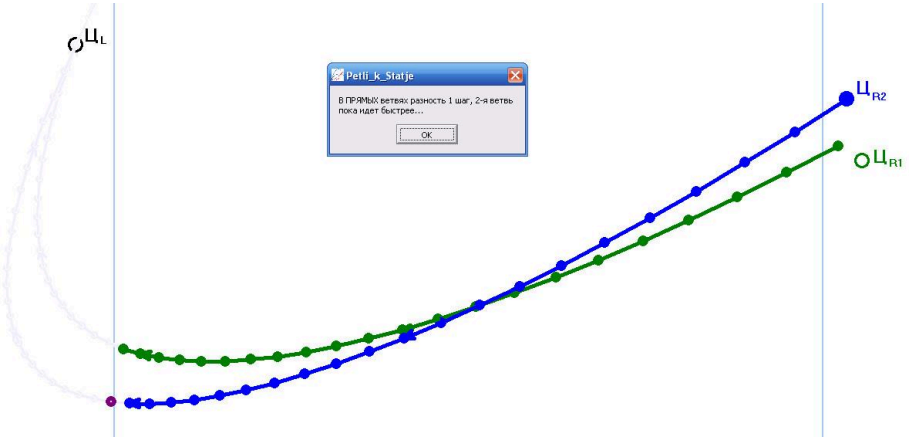


Рис. 2. Начало процедуры ускорения 1-го процесса. Момент пересечения левой границы 2-м процессом (синей кривой) – пурпурный кружок. 1-й (зеленая кривая) процесс отстает от 2-го на 1 шаг.

Следующий ход справа-налево (1-й акт ускорения 1-го процесса) выглядит так:



Рис. 3. 1-й процесс (зеленая ветвь) отстает от 2-го снова на 1 шаг.

На рисунке 3 темно-зеленая кривая соответствует 1-му процессу с уменьшенным общим числом шагов (от правой границы до точки цели $\ddot{O}_L$) на 1 шаг. Это уменьшение пришлось на часть трассы, которая лежит уже слева за границей и не участвует в цикле. Светло-зеленая кривая на Рис. 3 показывает, как процесс шел до ускорения (соответствует темно-зеленой на предыдущем рисунке).



Рис. 4. 6-й акт ускорения 1-го процесса. 1-й процесс (зеленая ветвь) отстает от 2-го на 4 шага. 1-й процесс был ускорен на 3 шага по отношению к предыдущему, 5-му акту ускорения (на сколько было отставание от синей ветви).

При последующих актах ускорения - уменьшении общего числа шагов 1-го процесса - зеленые кривые ведут себя сходным образом.

Например, на 6-м акте ускорения процессы выглядит так, как показано на Рис. 4.

На всех рисунках темно-зеленые кривые соответствуют текущему ходу 1-го процесса, светло-зеленые - предыдущим ходам (до текущего ускорения).

После 6-го акта ускорения уменьшение общего числа шагов приходится уже на зону между границами, и зеленая кривая все больше приближается к синей по числу шагов между границами – процессы становятся все более синхронными (по частоте, применительно к ветвям ходов справа-налево). К 8-му акту ускорения число шагов процессов (между границами) отличается уже только на единицу. Наконец, на 9-м акте процессы оказываются синхронизированными по частоте:

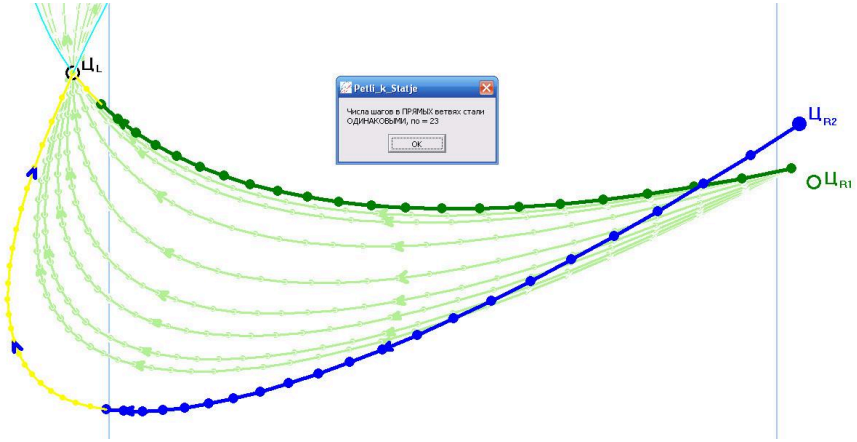


Рис. 5. 9-й акт ускорения 1-го процесса. Процессы по прямым ветвям синхронизировались - число шагов в ветвях стало одинаковым.

Обратные ветви процессов могут быть синхронизованы аналогичным образом, если они изначально имеют разное число шагов между границами. В результате синхронизации ветвей циклы процессов в целом окажутся синхронизированными по частоте.

Процедура синхронизации процессов по фазе.

В моделирующей программе устранение несинхронности процессов по фазе выполняется как вставка дополнительных шагов в ветвь отстающего процесса до тех пор, пока процесс в отстающем осцилляторе не догонит процесс в опережающем осцилляторе и далее пойдет вровень с ним.

В начальный момент для процессов в программе было задано рассогласование фаз в 4 шага (2-й процесс отстает). На рисунке 6 показано это начальное состояние процессов:

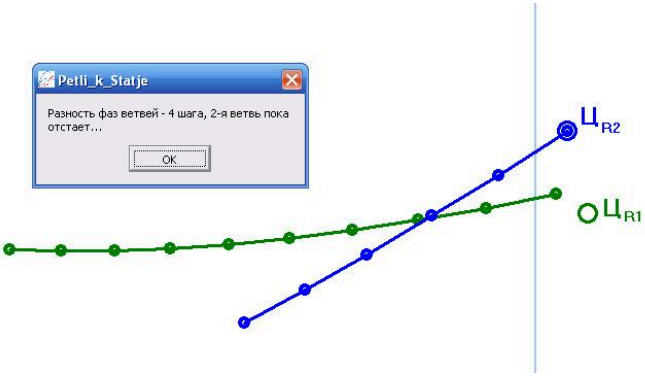


Рис. 6. Начальное рассогласование фаз прямых ветвей процессов - 4 шага.

Вставка дополнительных шагов в отстающую синюю ветвь выполняется программой через каждые 4 шага ветвей. Следующие акты вставки дополнительных шагов выглядят так, как показано на рисунках ниже:



Рис. 7. Прошло два акта вставки дополнительных шагов - рассогласование фаз прямых ветвей процессов - 2 шага.

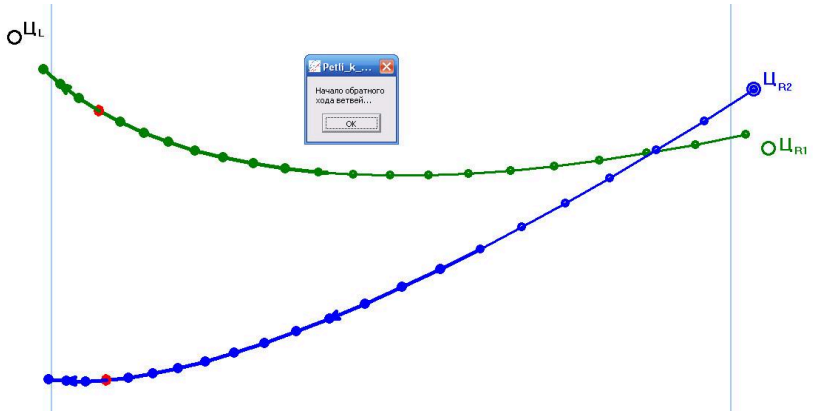


Рис. 8. Еще два акта вставки дополнительных шагов и фазы прямых ветвей процессов - синхронизировались. Момент согласования фаз показан красными кружками.

Для обратных ветвей процессов - слева-направо - синхронизация по фазе может быть выполнена аналогично описанному выше.

Заключение

В настоящей работе предложено описание циклических, процессов моделью в виде кусочно-линейных разностных уравнений. Модель состоит из двух (или большего числа) систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами; интегральные кривые систем состыковываются по непрерывности. Переключение с одной системы уравнений на другую происходит при достижении интегральными кривыми пороговых значений – границ на фазовой плоскости.

Показано, что в рамках данных моделей могут быть просто реализованы условия синхронизации для двух (или любого количества) осцилляторов. Причем эти условия опираются на свойства самих осцилляторов – ускорение или торможение процессов в них.

Данная модель может быть использована для описания многих биологических, химических, экономических и иных явлений, циклически протекающих во времени (в силу применения в модели функций, являющихся естественными для таких явлений).

Список литературы

1. Математическое объяснение того, как светлячки мигают синхронно.

2. https://www.wired.com/story/a-new-explanation-for-how-fireflies flash-in-sync/, 2022.

3. Т.А. Зенченко, А.А. Медведева, Н.И. Хорсева, Т.К. Бреус. Синхронизация показателей сердечного ритма человека и вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот 0.5-3.0 МгЦ. Геофизические процессы и биосфера, Т.12, №4, с.73-84, 2013 г.

4. А.В. Косарев, Митохондрия как биологический тепловой двигатель внутри клеточного конвейера // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.19255, 14.07.2014. (trinitas.ru›rus/doc/0016/001d/2327-ksr.pdf)

5. А.П. Кузнецов, И.Р. Сатаев, Д.И. Трубецков, Е.С. Селиверстова.

6. Удивительный Роберт Адлер, Лампа Адлера, Уравнение Адлера и многое другое,

7. Изв. вузов «ПНД», т. 23, № 3, 2015 г.

8. J.Newman, M.Lucas, A.Stefanovska. Stabilization of cyclic processes by slowly varying forcing. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science > Volume 31, Issue 12, (2021), (https://doi.org/10.1063/5.0066641)

9. А.П. Кузнецов, Ю.П. Емельянова, Е.П. Селезнев. Синхронизаци связанных автоколебательных осцилляторов с неидентиными параметрами. Изв. вузов «ПНД», т. 18, № 2, DOI:10.18500/0869-6632-2010-18-2-62-78, 2010 г.

10. Д. С. Голдобин, А. В. Долматова, М. Розенблюм, А. Пиковский. Синхронизация в ансамблях Курамото-Сакагучи при конкурирующем влияния общего шума и глобальной связи. http//:arXiv:1709.06967v4 [cond-mat.stat-mech], 2023.

11. А.А. Галяев, П.В. Лысенко. Синхронизация и коллективное движение группы слабо связанных идентичных осцилляторов. Автоматика и телемеханика, № 6, 2020 г.

12. А.П. Кузнецов, И.Р. Сатаев, Н.В. Станкевич, Л.В. Тюрюкина. Физика квазипериодических колебаний. Приложение к журналу «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», Издательский центр «Наука», Саратов, с. 135-139, 2013 г.

13. О.В. Масленников. Динамиеские сети хаотических осчилляторов в задачах модульной и кластерной синхронизации нейронных ансамблей. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, 2014 г.

14. Kuramoto Y. Self-entrainment of a population of coupled non-linear oscillators // Int. Symposium on Mathematical Problems in Theoretical Physics, Lecture Notes in Physics. — 1975. — Vol. 39. — P. 420–422.

15. Регуляция клеточного цикла. http//drosophila.narod.ru›Review/ ControlPoint.htm.

16. Старостин А.Н., Импульсная техника, М: Высшая школа, 1973, стр. 233-271.

17. Э.Л. Холмухамедов. Роль митохондрий в обеспечении нормальной жизнедеятельности и выживания клеток млекопитающих. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, Пущино, 2008 г.

18. Каркищенко Н.Н., Хоронько В.В., Сергеева С.А., Каркищенко В.Н., Фармакокинетика, Ростов-на-Дону, "Феникс", 2001, стр. 163-168.

19. V.Yu. Smirnov, A.V. Kuznetcova. Approximation of Experimental Data by Solving Linear Differential Equations with Constant Coefficients (in Particular, by Exponentials and Exponential Cosines). Pattern Recognition and Image Analysis, Vol.27, No.2, pp.175–183, © Pleiades Publishing, Ltd., 2017.

20. В.Ю.Смирнов, А.В.Кузнецова. О моделировании циклических процессов

21. решениями кусочно-линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами по экспериментальным данным в виде временных рядов. Математическое моделирование и численные методы. № 4, с. 63–80. 2022 г.

DOI 10.34660/INF.2026.33.66.057

ЭТНОБОТАНИЧЕСКИЕ И ЭТНОМЕДИЦИНСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ КОЙТЕНДАГА

Акмурадов Алламурад
кандидат биологических наук, заведующий отдела
Высший аттестационный комитет Туркменистана
Сапарлиева Огулназик Мухамедбердиевна
преподаватель
Ашхабадский средний медицинский училище имени Индира Ганды, Туркменистан

Аннотация. *Приводятся научные этноботанические и этномедицинские обзор ключевых видов лекарственные растения Койтендага. Краткий обзор лекарственных растений флоры Койтендага позволили выявить ресурсные возможности их использования в фармацевтической промышленности Туркменистана.*

Ключевые слова: *туркменской народной медицине, отвары, настои, природные запасы, лекарственные растения, Копетдаг.*

Введение

Койтендаг расположен в юго-восточной части Туркменистана и относится к Памиро-Алайской горной системе. Общая протяжённость хребта с севера на юг – около 70 км. Горно-долинный рельеф расчленён множеством узких и длинных каньонов с глубиной вреза до 200 м, постепенно понижаясь в сторону речки Койтендерья. Здесь встречаются около 1000 видов высших растений, из которых более 700 видов имеют лекарственное значение [1,2,4]. Изучение их биоэкологических особенностей, распространения, ресурсных возможностей для использования в народной медицине является одной из важных проблем сегодняшнего дня. Национального Лидера туркменского народа Героя-Аркадага, посетил эти места и отметил: «Будет целесообразно проводить в жизнь необходимые меры по сохранению лекарственных растений Койтендага, по их переработке, а также по использованию и применению этих лекарственных растений во благо здоровья населения не только одного региона, но и народов нашей планеты».

Во время экспедиционных выездов 2023-2026 гг. собран фактический материал и данные устного опроса местного населения о применении лекарственных растений в туркменской народной медицине («Этноботанический» и «Этномедицинский опросник»).

Ниже приводим характеристики наиболее ценных лекарственных растений флоры Койтендага.

Трахиния двуколосковая (*Trachynia distachya*) – однолетнее травянистое растение сем. Злаковые (*Poaceae*) высотой 5–30 см. Произрастает на высоте 300–800 м над ур.м., на мелкоземистых и каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в апреле–июне. Растение встречается в Койтендаге: Карлык [4].

Трахиния двуколосковая относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру.

В туркменской народной медицине отвары и настои зеленой части растения используют при хронических запорах, различных отравлениях, глистных заболеваниях, болезнях желудочно-кишечного тракта, почек, мочевого пузыря и мочевыводящих путей.

Генрардия голочешуйная (*Henrardia glabriglumis*) – однолетнее травянистое растение сем. Злаковые высотой 10–15 см. Произрастает на высоте 400–1200 м над ур.м., на сухих щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Ходжапиль [4].

Генрардия голочешуйная относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру.

В туркменской народной медицине чаи, настоянные на траве, рекомендуют при кашле.

Ферула таджиков (*Ferula tadshikorum*) – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные (*Apiaceae*) высотой 80–120 см. Цветет в апреле–мае, плодоносит в мае–июне. Монокарпик. Местообитание – преимущественно лессовые и мелкоземисто-щебнистые склоны, пестроцветы, сухие речные долины по перепаду высот 400–1200 м над уровнем моря. Произрастает в окрестностях селах Койтендаг и Ходжакараул [2,4].

Ферула таджиков не относится к числу часто встречаемых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Вид внесен в Красную книгу Туркменистана (2024) [3].

В народной медицине смолу корней ферулы применяют при желудочно-кишечных заболеваниях. Весной молодые стебли растения употребляют в пищу.

Эдибазис Тамерлана (*Oedibasis tamerlanii*) – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные высотой 50–60 см. Произрастает на высоте 1800–3000 м над ур.м., на щебнисто-глинистых склонах в арчевниках. Цветёт в мае–июне,

плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Ходжапиль, Дарайдере [4].

Эдибазис Тамерлана относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои травы эдибазиса применяют при желудочно–кишечных заболеваниях, астме.

Элеостикта коническая (*Elaeosticta conica*) – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные высотой 40–60 см. Произрастает на высоте 400–600 м над ур.м., на гипсоносных породах, реже на щебнистых склонах. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Койтен [4].

Элеостикта коническая не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны.

В туркменской народной медицине отвары и настои травы элеостикты применяют при кожных заболеваниях: при чесотке и чешуйчатом лишае.

Элеостикта многоплодная – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные высотой 40–60 см. Произрастает на высоте 400–600 м над ур.м. Цветёт в мае, плодоносит в мае–июле. Растение встречается в Койтендаге: Койтендаг, Магданлы, Ходжакараул, Свинцовый рудник, Акдаван, Койтендарья [4].

Элеостикта многоплодная не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине отвары и настои травы элеостикты применяют при кожных заболеваниях: при чесотке и чешуйчатом лишае, а также как слабительное, противокатаральное, обволакивающее, болеутоляющее, успокоительное средства.

Буниум Капю – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные высотой 10–20 см. Произрастает на высоте 400–800 м над ур.м., на глинисто-щебнистых склонах, пестроцветных обнажениях. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в мае–июле. Растение встречается в Койтендаге: Базардепе, Окузбулак [4].

Буниум Капю относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои семян буниума применяют как общеукрепляющее, ранозаживляющее, гемостатическое, аппетитное средства, при гастралгии, опухолях глотки. Кроме этого, обжаренные семена используются как диуретическое средство.

Жабрица Невского (*Seseli nevskii*) – многолетнее травянистое растение сем. Сельдерейные высотой 60–80 см. Произрастает на высоте 1800–3000 м над ур.м., в трещинах скал, на каменистых склонах в арчевниках. Цветёт в июне–июле,

плодоносит в июле–августе. Растение встречается в Койтендаге: Ходжапиль, Найча, Майдан, Кунджан, Базартепе, село Койтен [4].

Жабрица Невского относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары, настои и настойки травы растения применяют при лихорадке, спазматических состояниях, зубной боли, хронических труднозаживающих ранах, белях, удушье, метеоризме, заболеваниях органов желудочно-кишечного тракта, острых респираторных инфекциях, в качестве спазмолитических, невротических и диуретических средств.

Валерианелла увенчанная (*Valerianella coronata* (L.) DC.) – однолетнее травянистое растение сем. Валериановые (*Valerianaceae*) высотой 15–30 см. Произрастает на высоте 400–800 м над ур.м., на мелкоземистых и щебнистых склонах. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: около село Койтен [4].

Валерианелла увенчанная относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои надземной части растения используют как седативное, общеукрепляющее, тонизирующее, противоцинготоное средство.

Астрагал свинцовый (*Astragalus plumbeus*) – многолетнее травянистое растение сем. Бобовые (*Fabaceae*) высотой 20–30 см. Произрастает на высоте 1600–2900 м над ур.м., на известняковых и щебнистых склонах. Цветёт в июне, плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Лалемкан [4]. Эндемик Туркменистана [1,2,4].

Астрагал свинцовый не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине настои травы используют при болезнях сердца и кровеносных сосудов, головных болях, переутомлении. Кроме того, в качестве мочегонного при болезнях почек, отеках различного происхождения, снижающего кровяное давление средства.

Гелиотроп двухкольцевидный (*Heliotropium biannulatiforme*) – однолетнее травянистое растение сем. Бурачниковые (*Boraginaceae*) высотой 10–50 см. Произрастает на высоте 400–600 м над ур.м., на пестроцветных гипсоносных породах. Цветёт в июне–августе, плодоносит в июле–сентябре. Растение встречается в Койтендаге: Келиф, Койтен, Ходжакараул, Маркуши [4].

Гелиотроп двухкольцевидный относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине отвары используют для обмываний при лишаях и некоторых других кожных заболеваниях, а настои служат эффективным противоглистным средством. Свежие измельченные листья прикладывают к бородавкам для их выведения и доброкачественным опухолям для рассасывания. Кроме того, их применяют при головной боли, язвах и болезнях ушей.

Линделофия длинностолбиковая (*Lindelofia anchusoides*) – многолетнее травянистое растение сем. Бурачниковые высотой 40–100 см. Произрастает на высоте 1600–3000 м над ур.м., на каменистых и мелкоземистых склонах. Цветёт в июне–июле, плодоносит в июле–сентябре. Растение встречается в Койтендаге: выше село Маркуши [4].

Линделофия длинностолбиковая относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои растения применяют в качестве мочегонного, диуретического, слабительного, противовоспалительного, успокоительного средства, при кожных заболеваниях.

Хетолимон щетинчатый (*Chaetolimon setiferum*) – многолетнее травянистое растение сем. Кермековые (*Limoniaceae*) высотой 20–40 см. Произрастает на высоте 400–600 м над ур.м., на каменистых и мелкоземистых склонах. Цветёт в апреле–июне, плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Базартепе [4].

Хетолимон щетинчатый относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои цветков растения применяют при стоматитах, гингивитах, ранах в полости рта; при болезнях горла; при переломах, сотрясении мозга; при укусах змей и насекомых; при кровохарканье; при экземах и зубной боли.

Шалфей арийский (*Salvia ariana*) – многолетнее травянистое растение сем. Губоцветные (*Lamiaceae*) высотой 30–40 см. Произрастает на высоте 400–1600 м над ур.м., на каменистых и щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в мае–июле. Растение встречается в Койтендаге: Ходжакараул [4].

Шалфей арийский относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои травы растения применяют при болезни нервной системы: при невритах, радикулите, эпилепсии, астении; болезни пищеварительной системы: диарее у детей, болезнях органов

пищеварения, желудочных коликах, язвенной болезни желудка, геморрое; болезни ротовой полости: при стоматитах, пародонтозе, кариесе, пульпите.

Шалфей бухарский (*Salvia bucharica*) – полукустарничек сем. Губоцветные высотой 70–80 см. Произрастает на высоте 1600–2900 м над ур.м., на щебнистых и каменистых склонах, выходах пестроцветных гипсоносных толщ. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: выше село Койтен, Карлюк, Ходжакараул, Майдан, Карасай [4].

Шалфей бухарский относится к числу редких полудревестых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои травы растения применяют при болезни опорно-двигательного аппарата: при остеоартрозе, полиартрите; болезни кожи и подкожной жировой клетчатки: при фурункулах, экземах, псориазе, дерматомикозах; инфекции/инвазии: при дизентерии, туберкулезе легких, чесотке, кишечных инфекциях; болезни сердечно-сосудистой системы: при сердечной недостаточности, тахикардии, стенокардии.

Шлемник извилистый (*Scutellaria colpodea*) – многолетнее травянистое растение сем. Губоцветные высотой 35–50 см. Произрастает на высоте 400–800 м над ур.м., на выходах пестроцветных пород. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение встречается в Койтендаге: Маркуши. Эндемик Туркменистана [1,4].

Шлемник извилистый относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары растения применяются как болеутоляющее средство; настои – при гипертонической болезни, асците, острых респираторных инфекциях, как кровоостанавливающее; настойки – при повышенном артериальном давлении, замедляют ритм сердца. Настои, чаи листьев и цветков используют при носовых кровотечениях, простудных, желудочно-кишечных заболеваниях, остром ревматизме, коклюше, сердцебиении, бессоннице, судорогах, как общеукрепляющие и жаропонижающие средства.

Крестовница шероховатая (*Crucianella exasperata*) – однолетнее травянистое растение сем. Мареновые (*Rubiaceae*) высотой 5–30 см. Произрастает на высоте 300–400 м над ур.м., сухие щебнистые склоны. Цветёт и плодоносит в мае–июле. Растение встречается в Койтендаге: Карлюк, Дарайдере [4].

Крестовница шероховатая не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине отвары, настои и толченые стебли, и листья крестовницы применяют при опухолях и бородавках. Отвар, приготовлен-

ный из надземной части растения, назначают при головных болях и желудочных заболеваниях.

Василёк Гончарова (*Centaurea gontscharovii*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые (*Asteraceae*) высотой 100–150 см. Произрастает на высоте 1200–1800 м над ур.м., на каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в мае–июле. Растение встречается в Койтендаге: Дарайдере, Ходжапиль [4].

Василёк Гончарова относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру.

В туркменской народной медицине настои на цветках используют как мочегонное средство при хронических заболеваниях почек и мочевого пузыря, нарушениях функций желудочно-кишечного тракта, как желчегонное при заболеваниях печени и желчных путей.

Василёк растопыренный (*Centaurea squarrosa*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 25–50 см. Произрастает на высоте 500–2500 м над ур.м., на сухих мелкоземистых, мелкоземисто-щебнистых и каменистых склонах, сорное в богарных посевах и на перелогах. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение встречается в Койтендаге: подъем от Базартепе, Ходжапиль, Ходжакараул [4].

Василёк растопыренный не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине настои и настойки растения применяют как жаропонижающие средства при острых респираторных и простудных заболеваниях, головных болях, как желчегонные при болезнях печени и желчных путей, как мочегонные при хронических воспалительных процессах почек и мочевыводящих путей, таких как цистит, уретрит и другие.

Зегея бальджуанская (*Zoegea baldschuanica*) – однолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 25–80 см. Произрастает на высоте 300–600 м над ур.м., на щебнисто-мелкоземистых склонах, по долинам, на старых залежах. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Базартепе [4].

Зегея бальджуанская не относится к числу травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине свежую измельченную траву прикладывают к ранам, фурункулам, отекам. Сок свежего растения при укусах насекомых. При бронхиальной астме выкуривают высушенные измельченные листья.

Зегея пурпуровая (*Zoegea purpurea*) – однолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 25–80 см. Произрастает на высоте 300–600 м над ур.м., предгорья и низкогорья; по склонам и долинам. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Ходжакаравул [4].

Зегея пурпуровая не относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине отвары и водные настои зеленой части используют как рвотное и кровоостанавливающее средство, при гастроэнтеритах, бронхитах, пневмонии, кашле, простуде, ревматизме. В настоях купают нервных, легко возбудимых детей.

Козелец завитой (*Scorzonera circumflexa*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 8–15 (25) см. Произрастает на высоте 600–2000 м над ур.м., на каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Базартепе, Ходжапиль, Умбардере, Майдан [4].

Козелец завитой относится к числу очень редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине свежие измельченные клубней и зеленую часть растения прикладывают к местам укусов змей; припарки из корней применяют при зубной боли.

Козелец козлобородниковый (*Scorzonera tragopogonoide*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 20–60 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., на каменистых склонах в арчовниках. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: верховья ущелья близ Майдана [4]. Эндемик Центральной Азии.

Козелец козлобородниковый относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру.

В туркменской народной медицине клубней и травы растения используют при болезнях органов пищеварения, гастроэнтеритах, стоматитах, лихорадках, укусах змей, бешенстве, болезнях нервной и сердечно-сосудистой систем, зубной боли. Их отвары обладают отхаркивающим, жаропонижающим, моче-, пото- и желчегонным, послабляющим, успокаивающим и ранозаживляющим действием. Припарки из клубней применяют при зубной боли. Свежие измельченные корни и траву прикладывают к ранам, ожогам и нарывам.

Козелец колючеветвистый (*Scorzonera acanthoclada*) – полукустарничек сем. Астровые высотой 20–40 см. Произрастает на высоте 1800–2900 м над ур.м., на каменистых вершинах в арчовниках и среди подушковидных нагорных ксерофитов. Цветёт и плодоносит в июле–августе. Растение встречается в Койтендаге: в близи Ходжапиль [4].

Козелец колючеветвистый относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине при сахарном диабете и зубной боли.

Козелец прицветничковый (*Scorzonera bracteosa*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 15–60 см. Произрастает на высоте 1800–3000 м над ур.м., на каменистых и щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: в подножья Айрыбаба [4].

Козелец прицветничковый относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине при сахарном диабете и зубной боли. Подземную часть растения применяют при болезнях органов пищеварения**,** стоматитах, нервных и сердечных заболеваниях. Отвары клубней – эффективное средство от кашля и других болезней органов дыхания; их пьют при туберкулезе легких, заболеваниях печени, запорах, подагре, легкое слабительное, успокаивающее и ранозаживляющее.

Козлобородник Введенского (*Tragopogon vvedenskyi*) – двулетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 30–50 см. Произрастает на высоте 1450–2800 м над ур.м., по травянистым и каменистым склонам, в ущельях. Цветёт в мае–июне, плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: против село Койтен [4].

Козлобородник Введенского относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине растение применяют при ревматизме, болезнях кожи, опухолях, а также в качестве мочегонного, антисептического, противовоспалительного, ранозаживляющего, противоцинготного средства. Млечный сок применяют наружно как антисептическое средство.

Кузиния Боброва (*Cousinia bobrovii*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 50–60 см. Произрастает на высоте 600–1800 м над ур.м., на мелкоземисто-каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Умбардере, Ходжапиль, Дарайдере. Эндемик Туркменистана [2,4].

Кузиния Боброва относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои надземной части растения используют при желудочно-кишечных, почечных и печеночных заболеваниях, болезнях мочевого пузыря и мочевыводящих путей.

Крестовник Ольги (*Senecio olgae*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 30–80 см. Произрастает на высоте 1800–2900 м над ур.м., в арчовниках на каменистых и мелкоземистых склонах, около скал в затененных

местах. Цветёт в мае–июне, плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаг: Карлюк, Ходжакараул [4].

Крестовник Ольги относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине траву, растертую со сливочным или подсолнечным маслом, применяют при воспалении молочных желез, геморроидальных шишек, фурункулезе и нарывах.

Лактук волнистый (*Lactuca undulata*) – однолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 15–25 (35) см. Произрастает на высоте 400–600 м над ур.м., на рыхлых засоленных или незасоленных мелкоземистых или мелкоземисто-щебнистых почвах. Цветёт и плодоносит в апреле–мае (июне). Растение встречается в Койтендаге: Койтен, Пульизандан [4].

Лактук волнистый не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине порошком листьев присыпают трудно-заживающие раны. Настои листьев и млечный сок пьют при бессоннице на нервной почве, болях, бронхите, ларингите, бронхиальной астме и как вспомогательное средство при лечении эпилепсии.

Лактук рассеченный (*Lactuca dissecta*) – однолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 5–30 (50) см. Произрастает на высоте 600–1800 м над ур.м., на глинисто-щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Койтендаге: Умбардере, Ходжапиль, Майдан [4].

Лактук рассеченный не относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине надземную часть растения применяют для улучшения пищеварения, как нежное слабительное, жаропонижающее, ранозаживляющее и рассасывающее нарывы средство. Высушенными и измельченными в порошок листьями присыпают раны для их быстрого заживления.

Лактук сизолистный (*Lactuca glauciifolia*) – однолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 7–15 см. Произрастает на высоте 400–500 м над ур.м., на щебнистых и каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в апреле–мае (июне). Растение встречается в Койтендаге: Карлюк, Койтендаг [4].

Лактук сизолистный относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны.

В туркменской народной медицине высушенными и измельченными в порошок листьями присыпают раны для их быстрого заживления. Настои листьев и млечный сок пьют при бессоннице на нервной почве, болях, бронхите, ларингите, бронхиальной астме.

Мордовник короткокисточковый (*Echinops brevipenicillatus*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 30–60 см. Произрастает на

высоте 400–600 м над ур.м., на краснопесчаниковых низкогорьях. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Базартепе [4].

Мордовник короткокисточковый относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине настоями и порошком семян лечат пневмонию, плеврит, простудные заболевания, малярию, гастроэнтерит, головные боли.

Мордовник многостебельный (*Echinops multicaulis*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 40–50 см. Произрастает на высоте 2000–2800 м над ур.м., в арчовниках. Цветёт и плодоносит июне–августе. Растение встречается в Койтендаге: Умбардере, Ходжапиль. Эндемик Туркменистана [1,4].

Мордовник многостебельный относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповедниках.

В туркменской народной медицине настоями и порошком семян лечат пневмонию, плеврит, простудные заболевания, малярию, гастроэнтерит, головные боли.

Мордовник просмотренный (*Echinops praetermissus*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 50–60 см. Произрастает на высоте 150–300 м над ур.м., на краснопесчаниковых склонах. по правому берегу Койтандарьи. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение встречается в Койтендаге: по правому берегу Койтандарьи [2,4].

Мордовник просмотренный относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои растения применяют при болезнях дыхательной системы: при болезнях легких, пневмонии, респираторных инфекциях, плеврите; болезни уха, горла, носа: при болезнях горла, носа; болезни нервной системы: при астении, параличе, эпилепсии; новообразования: при раке пищевода, желудка. Отвары и водные настои семян пьют в качестве тонизирующего напитка. Наружно – при некоторых заболеваниях кожи.

Наголовatка ковровая (*Jurinea tapetodes*) – приземистый полукустарничек сем. Астровые высотой 2–5 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., по щебнистым и каменистым плато и склонам, на скалах. Цветёт в июне–августе, плодоносит в июле–сентябре. Растение встречается в Копетдаге: Майдан, Ходжапиль [1,4].

Наголоватка ковровая относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине зеленую часть наголоватки применяют при отсутствии аппетита, дизентерии, стоматитах, опухолях, головной боли, бешенстве, некоторых кожных заболеваниях, а также в качестве мочегонного и противовоспалительного средства.

Отвары и водные настои травы используют при укусе бешеных животных и змей; наружно – промывают воспаленные глаза, обмывают лишаи. Отварами и настоями травы промывают гноящиеся раны, их прикладывают к нарывам.

Одуванчик Гнездилло (*Taraxacum gnezdilloi*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 15–25 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., на каменистых склонах. Цветёт и плодоносит в июле–августе. Растение встречается в Койтендага: Умбардере, Ходжапиль, Майдан [4].

Одуванчик Гнездилло относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине все растение используют как средство, улучшающее пищеварение, желчеотделение, имеющее успокаивающий эффект (особенно при бессоннице). Траву одуванчика используют при туберкулезе легких, кашле, геморрое, болезни репродуктивной системы, артритах, ангинах, конъюнктивитах, болезнях кожи. Корни применяют при сахарном диабете, гастроэнтеритах, язвенной болезни желудка, мочекаменной болезни, для улучшения пищеварения Сок листьев пьют при желтухе и болезнях мочевого пузыря. Мазью, приготовленной из растения и пчелиного меда, лечат экзему. Млечным соком корней смазывают бородавки и места укуса пчел. Свежая трава применяется наружно для компрессов при артрите.

Одуванчик горный (*Taraxacum montanum* – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 10–25 см. Произрастает на высоте 1200–2800 м над ур.м., на каменистых и мелкоземисто-щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в июле–августе. Растение встречается в Койтендаге: Ходжапиль [4].

Одуванчик горный не относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы достаточны.

В туркменской народной медицине настой корней и травы пьют при желудочных заболеваниях, сахарном диабете, гастроэнтеритах, язвенной болезни желудка, мочекаменной болезни, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, для улучшения пищеварения, а также как кровоостанавливающее, противовоспалительное, противоглистное, желче- и мочегонное средство. Листьев – как средство, регулирующее цикл менструаций. Млечный сок принимают для улуч-

шения работы кишечника, при геморрое, болезнях печени; наружно – для выведения мозолей, как косметическое средство для удаления угрей, веснушек и пигментных пятен.

Одуванчик коротконосиковый (*Taraxacum brevirostre*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 5–8 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., на мелкоземистых склонах, лужайках. Цветёт и плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Койтендаге: Дарайдере, Ходжапиль [4].

Одуванчик коротконосиковый относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отваром сухой травы и корня пользовались против болезней желудка или болей в животе; при каменной болезни, а листья курили как табак от кашля. Млечный сок растения используют для уничтожения бородавок, как слабительное и при грудных болях. Сок листьев считается хорошим средством от малокровия и слабости.

Одуванчик мелколопастный (*Taraxacum minutilobum*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой 2–8 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., на щебнистых и каменистых склонах, альпийских лужайках. Цветёт и плодоносит в июле–августе. Растение встречается в Койтендаге: Дарайдере, Ходжапиль, Кыркгыз [4].

Одуванчик мелколопастный относится к числу редких травянистых растений нашей страны. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине настой корней и травы пьют при желудочных заболеваниях, листьев – как средство, регулирующее цикл менструаций. Млечный сок принимают для улучшения работы кишечника, при геморрое, болезнях печени; наружно – для выведения мозолей, как косметическое средство для удаления угрей, веснушек и пигментных пятен.

Одуванчик Невского (*Taraxacum nevskii*) – многолетнее травянистое растение сем. Астровые высотой до 10–15 см. Произрастает на высоте 1800–2800 м над ур.м., около тающего снега, на каменистых осыпях у верхн. границы арчового леса. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение встречается в Койтендаге: Ходжапиль, Маркуши, Ходжакаравул, Койтен [4].

Одуванчик Невского относится к числу редких травянистых растений. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Охраняется в Койтендагском государственном природном заповеднике.

В туркменской народной медицине отвары и настои растение применяют при сахарном диабете, заболеваниях легких, холецистите, гастрите, хронических запорах, геморрое, болезнях селезенки, желтухе, моче- и желчнокаменной болезнях, нарывах, опухолях, змеиных укусах, Млечный сок принимают для выведения мозолей, как средство для удаления угрей, веснушек.

Таким образом, краткий научный этноботанический и этномедицинский обзор лекарственных растений флоры Койтендага позволили выявить ресурсные возможности их использования в фармацевтической промышленности Туркменистана.

Список литературы

1. Акмурадов А. Аннотированный список эндемичных растений Туркменистана // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 6 (6). – С. 128-145.

2. Бердымухамедов Г.М. Лекарственные растения Туркменистана. ТТ. I-XVIII А.: Туркменская государственная издательская служба, 2009-2023.

3. Красная книга Туркменистана. Т.1: Растения. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. А.: Туркменская государственная издательская служба, 2024. – 296 с.

4. Никитин В.В., Гельдиханов А.М. Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988. – 680 с.

DOI 10.34660/INF.2026.93.26.025

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ КАТАРАКТЫ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ С ПОМОЩЬЮ БИНОПТОМЕТРИИ

Горынина Ольга Андреевна
кандидат медицинских наук, главный врач, врач-офтальмолог, рефракционный хирург
Центр микрохирургии глаза «МедиКом» (ООО «Офтальмолог»), г. Дзержинск, Россия

Аннотация. *Цель. Комплексно оценить функциональные результаты хирургического лечения катаракты у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) I–II стадии по показателям остроты зрения, зрения при сниженном контрасте и мезопического зрения.*

Метод. В исследование включены 40 пациентов (74 глаза), которым выполнена факоэмульсификация катаракты с имплантацией полностью рефракционной EDOF-интраокулярной линзы. Группу ПОУГ составили 16 пациентов (28 глаз), контрольную группу — 24 пациента (46 глаз). Исследования проводили до операции, через 1 и 3 месяца.

Результат. После операции в обеих группах отмечено улучшение остроты зрения на разных дистанциях и показателей зрения при снижении контраста. Через 1 и 3 месяца статистически значимых межгрупповых различий по исследованным контрастным показателям после поправки на множественные сравнения не выявлено. Вместе с тем различия сохранялись в мезопических условиях: через 3 месяца благоприятный результат без засветов отмечался у 50,0% пациентов с ПОУГ и у 91,7% пациентов контрольной группы, с засветами — у 42,9 и 83,3% соответственно.

Выводы

Хирургическое лечение катаракты обеспечивает выраженное улучшение основных зрительных функций у пациентов с ПОУГ I–II стадии. При этом стандартные показатели не полностью отражают функциональный результат: наиболее заметные различия между пациентами с ПОУГ и без глаукомы сохраняются в мезопических условиях, особенно при наличии засветов.

Ключевые слова: *катаракта; первичная открытоугольная глаукома; функциональное зрение; контрастная чувствительность; мезопическое зрение; EDOF-ИОЛ; полностью рефракционная EDOF ИОЛ PureSee.*

Введение

Оценка результата хирургического лечения катаракты традиционно включает определение остроты зрения. Однако высокая острота зрения в стандартных фотопических условиях не всегда означает полноценное восстановление зрительной функции в повседневных условиях. Контрастная чувствительность и устойчивость зрения к засветам могут изменяться независимо от стандартной остроты зрения, поэтому их рассматривают как дополнительные характеристики функционального зрения [1].

Для пациентов с глаукомой такой комплексный подход особенно важен. При начальных стадиях заболевания снижение контрастной чувствительности может выявляться даже при относительно сохранной остроте зрения, а сочетание глаукомы и катаракты дополнительно затрудняет оценку функционального состояния зрительной системы [2]. После хирургического лечения катаракты пациенты с глаукомой в целом получают существенное улучшение зрения, однако функциональный результат может отличаться от результата у пациентов без глаукомы [3].

Современные EDOF-интраокулярные линзы позволяют расширить диапазон зрения. Для полностью рефракционной EDOF-ИОЛ TECNIS PureSee представлены данные об остроте зрения на различных дистанциях, мезопической контрастной чувствительности и зрительных симптомах [4]. В то же время данных о комплексной оценке таких результатов у пациентов с сопутствующей ПОУГ остается немного.

Цель исследования — комплексно оценить функциональные результаты хирургического лечения катаракты у пациентов с ПОУГ I–II стадии по показателям остроты зрения, зрения при сниженном контрасте и мезопического зрения.

Материал и методы

В исследование включены 40 пациентов (74 глаза) с катарактой. Основную группу составили 16 пациентов (28 глаз) с ПОУГ I–II стадии, контрольную группу — 24 пациента (46 глаз) без глаукомы. Медиана возраста пациентов с ПОУГ составила 66,0 лет, пациентов контрольной группы — 56,5 года.

Всем пациентам выполняли факоэмульсификацию катаракты с имплантацией полностью рефракционной EDOF-ИОЛ TECNIS PureSee (Johnson & Johnson Vision). Обследование проводили до операции, через 1 и 3 месяца после хирургического лечения.

Комплекс функциональной оценки включал определение некорригированной и максимально корригированной остроты зрения на различных дистанциях, исследование зрения при уровнях контраста 80, 40, 20, 10 и 5%, а также оценку

мезопического зрения на приборе Binoptometer 4P (OCULUS Optikgeräte GmbH, Германия) без засветов и с засветами.

Для краткой интегральной оценки мезопических результатов в рамках настоящего описательного анализа показатели 1:2 и 1:2,7 условно относили к благоприятным, показатели 1:5 и >1:23 — к неблагоприятным. Такое объединение являлось рабочей дихотомизацией, а не общепринятым клиническим критерием. В опубликованном исследовании с использованием Binoptometer 4P уровень 1:2,7 применялся как порог при оценке чувствительности к засветам [5].

Количественные показатели остроты зрения и зрения при сниженном контрасте в исходных исследованиях анализировали с учетом повторных измерений и взаимозависимости результатов двух глаз одного пациента. В настоящей работе эти результаты представлены в обобщенном виде. Для мезопического зрения приведены абсолютные значения и доли пациентов, n (%).

Результаты

После хирургического лечения положительная динамика наблюдалась во всех трех исследованных компонентах функционального зрения. Улучшение остроты зрения было выражено уже через 1 месяц и в целом сохранялось к 3 месяцам. Например, в группе ПОУГ медиана некорригированной остроты зрения вдаль увеличилась с 0,40 до операции до 0,70 через 1 месяц и 0,80 через 3 месяца. В контрольной группе соответствующие значения составили 0,32; 1,00 и 1,00.

При исследовании зрения на разных уровнях контраста наиболее выраженная динамика также приходилась на первый месяц после операции. У пациентов с ПОУГ улучшение отмечалось по всем исследованным показателям. Несмотря на худшие исходные результаты основной группы, через 1 и 3 месяца статистически значимых различий между группами ни по одному из 10 контрастных показателей после поправки на множественные сравнения не выявлено.

Иная картина наблюдалась при оценке мезопического зрения. Без засветов доля благоприятных результатов у пациентов с ПОУГ увеличилась с 12,5% до операции до 50,0% через 1 месяц и оставалась на уровне 50,0% через 3 месяца. В контрольной группе этот показатель увеличился с 33,3 до 83,3 и 91,7% соответственно. При исследовании с засветами благоприятный результат в группе ПОУГ отмечался у 12,5% пациентов до операции, у 37,5% через 1 месяц и у 42,9% пациентов с доступными данными через 3 месяца. В контрольной группе соответствующие значения составили 50,0; 83,3 и 83,3%.

Таблица 1. Сводная характеристика динамики функционального зрения с помощью Binoptometer 4P

Компонент	ПОУГ	Контроль	Основной результат
Острота зрения вдаль, НКОЗ	0,40 → 0,70 → 0,80	0,32 → 1,00 → 1,00	Улучшение в обеих группах
Зрение при сниженном контрасте	Выраженное улучшение к 1 мес.	Выраженное улучшение к 1 мес.	Через 1 и 3 мес. значимых межгрупповых различий не выявлено
Мезопическое зрение без засветов, благоприятный исход	12,5 → 50,0 → 50,0%	33,3 → 83,3 → 91,7%	Различия сохраняются к 3 мес.
Мезопическое зрение с засветами, благоприятный исход	12,5 → 37,5 → 42,9%	50,0 → 83,3 → 83,3%	Различия наиболее заметны при засветах

Примечание. Показатели остроты зрения и зрения при сниженном контрасте рассчитаны на уровне глаз с учетом внутрипациентной зависимости; показатели мезопического зрения представлены на уровне пациентов. Через 3 месяца исследование с засветами было доступно у 14 пациентов с ПОУГ. Последовательность значений в таблице: до операции → 1 месяц → 3 месяца.

Обсуждение

Комплексная оценка показала, что хирургическое лечение катаракты сопровождается улучшением зрительных функций у пациентов как с ПОУГ I–II стадии, так и без глаукомы. Полученная динамика согласуется с представлением о том, что эффект хирургии катаракты следует оценивать не только по стандартной остроте зрения, но и по более сложным характеристикам функционального зрения [1].

Наиболее интересным результатом является различие между динамикой стандартных и усложненных зрительных задач. После операции у пациентов с ПОУГ существенно улучшались острота зрения и показатели при снижении контраста; по последним через 1 и 3 месяца значимых межгрупповых различий после множественной поправки не сохранялось. Однако в мезопических условиях доля благоприятных результатов у пациентов с ПОУГ оставалась заметно ниже, чем в контрольной группе. Это особенно проявлялось при наличии засветов.

Такой результат может быть связан с тем, что глаукомное поражение затрагивает характеристики зрительной функции, которые не полностью отражаются

стандартной проверкой остроты зрения. В исследованиях пациентов с глаукомой описано снижение контрастной чувствительности и ее связь с функциональными зрительными ограничениями [2]. Поэтому сохранение различий в более сложных условиях освещения не противоречит хорошему послеоперационному восстановлению стандартных показателей.

Полученные данные согласуются с подходом к клинической оценке EDOF-ИОЛ, при котором наряду с остротой зрения на разных дистанциях оцениваются мезопическая контрастная чувствительность и зрительные симптомы [4]. Для полностью рефракционной EDOF-ИОЛ TECNIS PureSee также опубликованы результаты оптического моделирования диапазона зрения и дисфотопсий [6]. Для пациентов с сопутствующей глаукомой такой расширенный набор характеристик может быть особенно информативным.

Ограничениями исследования являются небольшой объем выборки, различия групп по возрасту, короткий период наблюдения и описательный характер интегрального сопоставления трех блоков показателей. Тем не менее совместное рассмотрение результатов позволяет показать, что восстановление функционального зрения после хирургии катаракты имеет неодинаковую выраженность в зависимости от сложности зрительной задачи.

Заключение

Хирургическое лечение катаракты с имплантацией полностью рефракционной EDOF-ИОЛ у пациентов с ПОУГ I–II стадии сопровождается выраженным улучшением остроты зрения и зрения при снижении контраста. Вместе с тем стандартные показатели не полностью характеризуют функциональный результат. Наиболее заметные различия между пациентами с ПОУГ и без глаукомы сохраняются в мезопических условиях, особенно при наличии засветов. Комплексная оценка функционального зрения может дополнять стандартное послеоперационное обследование пациентов с катарактой и сопутствующей глаукомой.

Список литературы

1. Superstein, R. Glare disability and contrast sensitivity before and after cataract surgery / R. Superstein, D. Boyaner, O. Overbury, C. Collin // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 1997. – Vol. 23, № 2. – P. 248–253. – DOI 10.1016/S0886-3350(97)80349-5.

2. Lahav, K. Reduced mesopic and photopic foveal contrast sensitivity in glaucoma / K. Lahav, H. Levkovitch-Verbin, M. Belkin, Y. Glovinsky, U. Polat // Archives of Ophthalmology. – 2011. – Vol. 129, № 1. – P. 16–22. – DOI 10.1001/archophthalmol.2010.332.

3. Turalba, A. Cataract surgery outcomes in glaucomatous eyes: results from the Veterans Affairs Ophthalmic Surgery Outcomes Data Project / A. Turalba, A. R. Payal, L. A. Gonzalez-Gonzalez [et al.] // American Journal of Ophthalmology. – 2015. – Vol. 160, № 4. – P. 693–701.e1. – DOI 10.1016/j.ajo.2015.07.020.

4. Corbett, D. Quality of vision clinical outcomes for a new fully-refractive extended depth of focus intraocular lens / D. Corbett, D. Black, T. V. Roberts [et al.] // Eye. – 2024. – Vol. 38, Suppl. 1. – P. 9–14. – DOI 10.1038/s41433-024-03039-8.

5. Xiong, J. Mesopic pupil indices as potential risk factors for glare disability after intraocular implantable collamer lens implantation: prospective study / J. Xiong [et al.] // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2024. – Vol. 50, № 6. – P. 565–571. – DOI 10.1097/j.jcrs.0000000000001420.

6. Alarcon, A. Optical and clinical simulated performance of a new refractive extended depth of focus intraocular lens / A. Alarcon, A. Del Aguila Carrasco, F. Gounou [et al.] // Eye. – 2024. – Vol. 38, Suppl. 1. – P. 4–8. – DOI 10.1038/s41433-024-03041-0.

DOI 10.34660/INF.2026.76.94.029

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ УШНОЙ РАКОВИНЫ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА ЛЕЧЕБНОГО И ПЕДИАТРИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТОВ 2025-2026 ГОДА ОБУЧЕНИЯ В СКРИНИНГЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кизюкевич Леонид Стефанович
кандидат медицинских наук, доцент
Андреев Виктор Павлович
кандидат медицинских наук, профессор
Амбрушкевич Юрий Георгиевич
кандидат биологических наук доцент
Левэ Олег Иосифович
кандидат медицинских наук, доцент
Дричиц Ольга Алексеевна
кандидат биологических наук доцент
Манцевич Екатерина Викторовна
преподаватель
Гродненский государственный медицинский университет, Беларусь

Введение

Современная медицина активно использует в диагностике заболеваний клинические, инструментальные, лабораторные, математические, а также компьютерные методики, но несмотря на это продолжается поиск дополнительных методов диагностики, которые являются доступными и результативными в медицине. Информативность, неинвазивность, доступность, безболезненность, легкость в использовании и отсутствие ограничений в применении – безусловные требования, предъявляемые сегодняшней медициной к методам диагностики [1]. Метод аурикулодиагностики основан на проведении визуального контроля за ушной раковиной, позволяющего осуществить экспресс-диагностику различных заболеваний внутренних органов по появлению в аурикулярных акупунктурных точках изменений, носящих неспецифический характер, в виде усиления сосудистого рисунка, шелушения эпидермиса и изъязвления его, деформации надхрящницы и хряща ушной раковины [2-6]. Выявленные морфологические изменения в зонах проекции органов и систем на ушной раковине

человека являются чрезвычайно простым и доступным критерием в скрининге заболеваний внутренних органов, что позволяет широко внедрить его в медицинскую практику. Метод аурикулодиагностики может быть рекомендован для скрининговых исследований среди различных групп населения (работающие на фабриках, заводах, в учреждениях, учащиеся различных учебных заведений) с целью раннего выявления, профилактики заболеваний, а также для диспансерного наблюдения больных [7-8]. Скринирующее обследование по форме ушной раковины позволяет произвести отбор лиц, имеющих предрасположенность к тем или иным заболеваниям или нуждающихся в соответствующем медицинском вмешательстве, а также может помочь врачу подобрать необходимые дополнительные средства инструментальной и лабораторной диагностики для дальнейшего клинического обследования и скорейшего установления полного клинического диагноза.

Цель. Проведение скринингового исследования формы ушной раковины студентов первого курса лечебного и педиатрического факультетов 2025-2026 года обучения для раннего выявления предрасположенности к некоторым заболеваниям.

Объект исследования. Объектом исследования являются студенты (n=476 человек) разного пола лечебного и педиатрического факультетов 1 курса 2025-2026 года обучения.

Предмет исследования. Предмет исследования явилась левая ушная раковина. Проводилось ее фотографирование, анализировались изменения формы ушной раковины и установление, в зависимости от этого, признаков хорошего здоровья или предрасположенности к заболеваниям внутренних органов и систем организма. На проведении иследований получено решение комитета по биомедицинской этике Гродненского государственного медицинского университета (протокол № 4 от 16.03.2022).

Результаты исследований. Изучив по форме ушной раковины студентов первого курса 2025/2026 года обучения характерные признаки предрасположенности к заболеваниям органов сердечно сосудистой системы (рис. 1, рис. 2), результаты наших скрининговых исследований показали, что

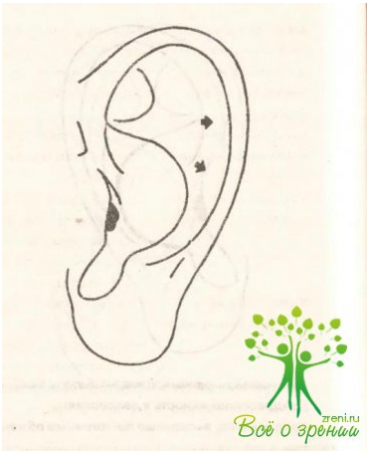


Рисунок 1. Отсутствие перегородки ушной раковины (стрелки), данный участок уха является плоским



Рисунок 2. Слишком короткая дуга ушной раковины и выступ на ней

на обоих факультетах такие признаки отмечены у 10,3% обследуемых (рис. 3), при этом на лечебном факультете – 32 человека (9,4%), а на педиатрическом – 7 студентов (12,4%).



Рисунок 3. Предрасположенность к заболеваниям органов сердечно-сосудистой системы среди студентов лечебного и педиатрического факультетов

Проведя по ушной раковине скрининг предрасположенности к заболеваниям органов пищеварительной системы (рис. 4, рис. 5), результаты наших итсследований показали, что на обоих факультетах такие признаки



Рисунок 4. Множественные язвы в желудке

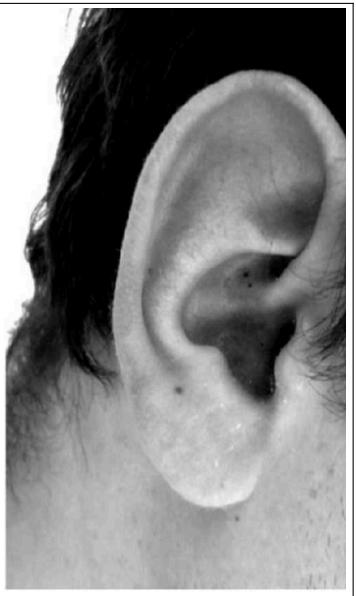


Рисунок 5. Язвенная болезнь с язвой луковицы 12-перстной кишки

отмечены у 5,9% обследуемых (рис. 6), при этом на лечебном факультете – 27 человек (8,0%), а на педиатрическом – 1 студент (0,7%).

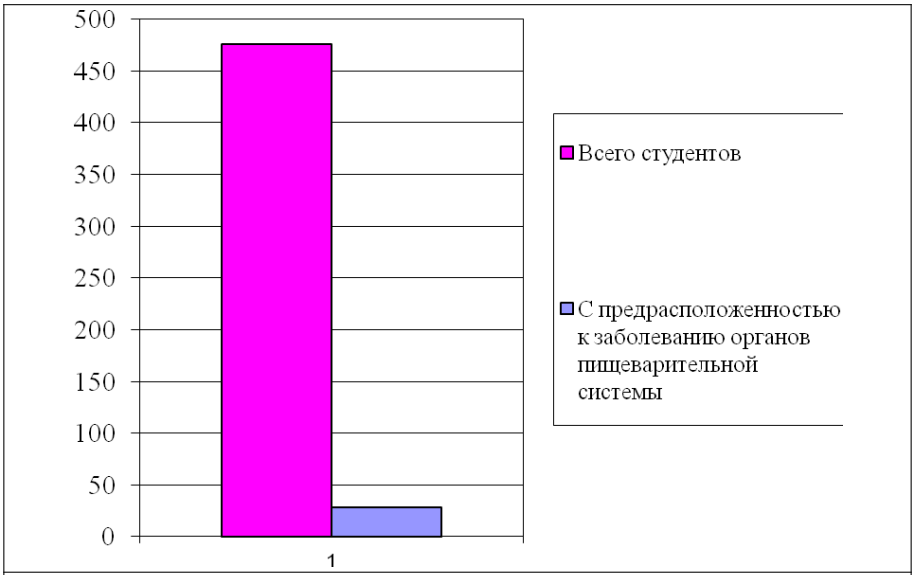
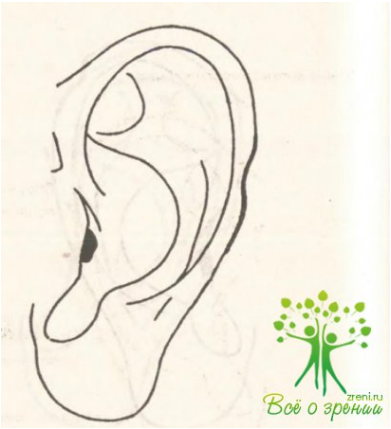


Рисунок 6. Предрасположенность к заболеваниям органов пищеварительной системы среди студентов лечебного и педиатрического факультетов

Проведя по ушной раковине скрининг предрасположенности к заболеваниям опорно-двигательного аппарата (рис. 7, рис. 8), результаты наших исследований показали, что на обоих факультетах такие признаки

	
Рисунок 7. Данный участок края уха (стрелки) распрямлен.	Рисунок 8. На краю уха имеется вмятина

отмечены у 1,7% обследуемых (рис. 9), при этом на лечебном факультете – 6 человек (1,8%%), а на педиатрическом – 2 студента (1,7%).

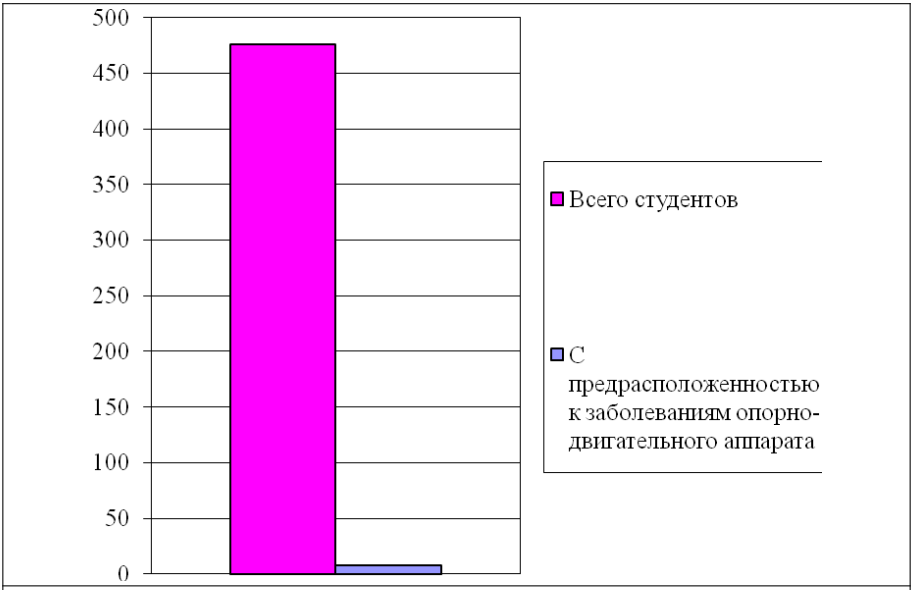


Рисунок 9. Предрасположенность к заболеваниям опорно-двигательного аппарата

Проводимый по ушной раковине скрининг предрасположенности к простудным заболеваниям (рис. 10) показал, что на обоих факультетах такие

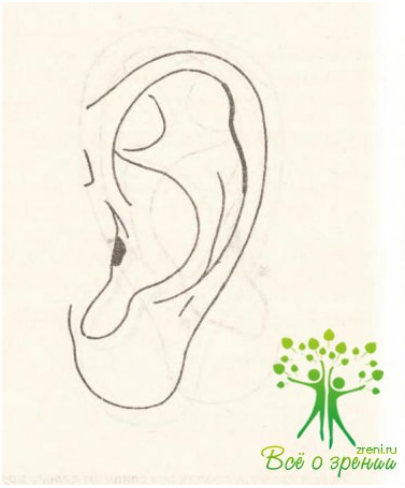


Рисунок 10. Утолщение на данном участке верхнего края уха

признаки наблюдаются у 16,8% обследуемых (рис. 11), при этом на лечебном факультете – 55 человек (16,2%%), а на педиатрическом – 25 студентов (18,2%).

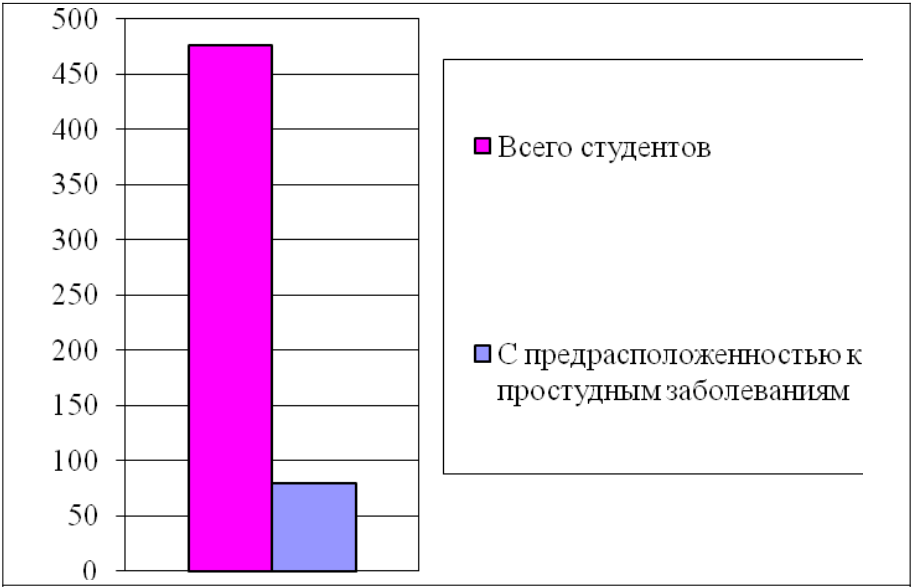


Рисунок 11. Предрасположенность к простудным заболеваниям среди студентов лечебного и педиатрического факультетов

Скрининговый анализ предрасположенности к повышению деятельности эндокринных желез и повышенному обмену веществ (рис. 12, рис. 13) показал что на обоих факультетах такие признаки наблюдаются

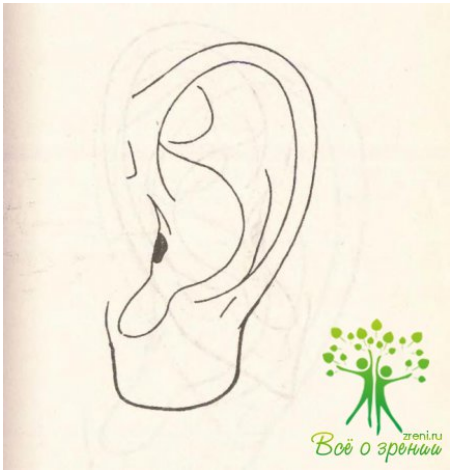


Рисунок 12. Прямоугольная форма мочки уха

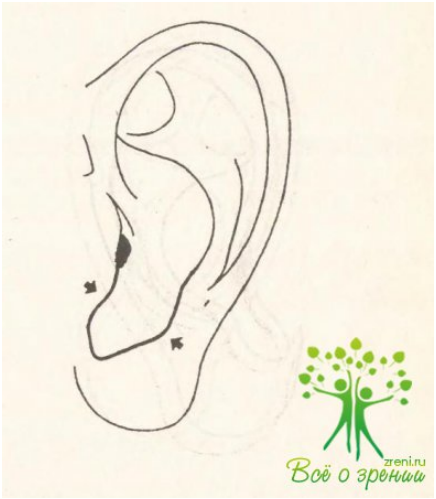


Рисунок 13. Ушные хрящи расположены слишком далеко друг от друга.

у 15,5% обследуемых (рис. 14), при этом на лечебном факультете – 55 человек (16,2%%), а на педиатрическом – 19 студентов (13,9%).

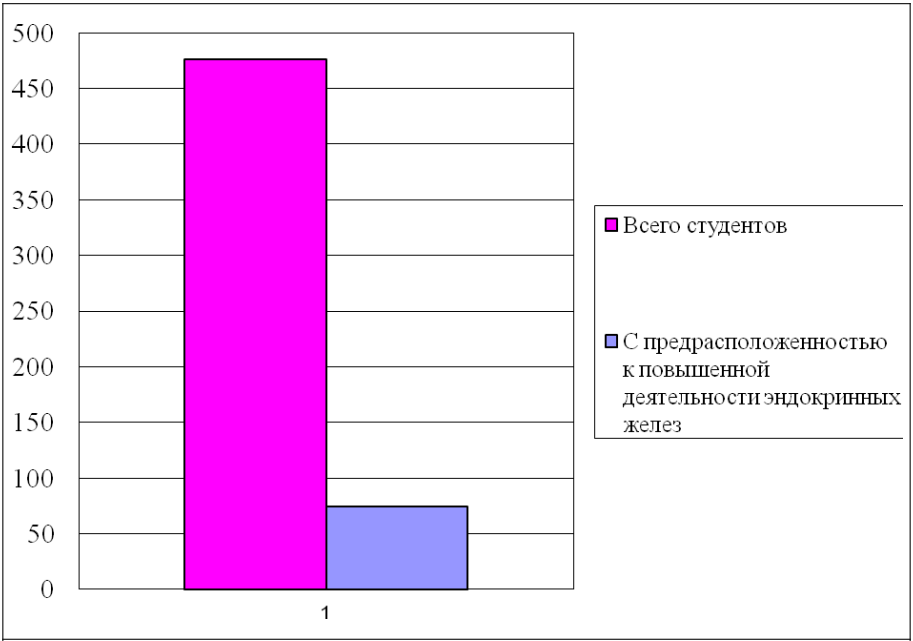


Рисунок 14. Предрасположенность к повышенной деятельности эндокринных желез

Скрининговый анализ предрасположенности к пониженному обмену веществ и подверженность к депрессии (рис. 15, рис. 16) показал, что на обоих факультетах такие признаки наблюдаются у 13,2% обследуемых (рис. 17), при этом на лечебном факультете – 55 человек (16,2%%), а на педфаке – 19 студентов (13,9%).



Рисунок 15. Затвердевший и сплющенный край уха

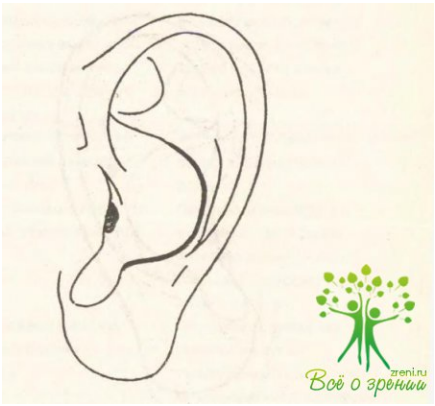


Рисунок 16. Дуга ушной раковины чрезмерно выгнута назад и вниз.

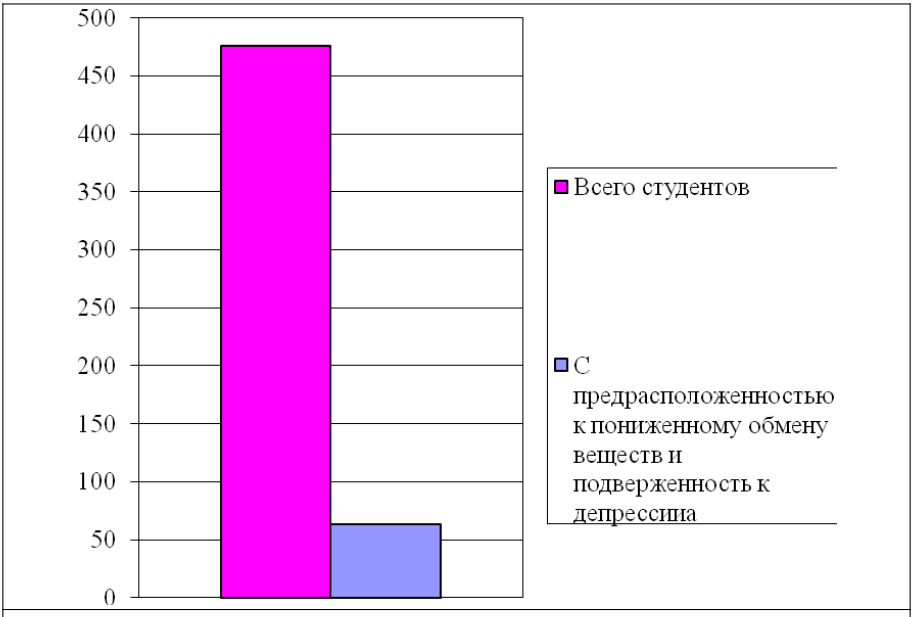


Рисунок 17. предрасположенности к пониженному обмену веществ и подверженность к депрессии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аурикулоднагностику следует отнести к «преддиагностике», цель которой получить «информацию к размышлению». На ее основании можно лишь дать общие заключения о наличии патологии в той или иной системе организма или органах, функциональных сдвигах и тенденциях к развитию заболеваний, изменениях, которые пациент еще субъективно не ощущает [7]. На основании проводимых исследований можно отметить, что массовая визуальная аурикулярная экспресс-диагностика изменений в акупунктурных точках ушной раковины, позволяющая обнаружить заболевание до проявления симптомов, может с успехом использоваться при профосмотрах больших контингентов людей. Выявленные морфологические изменения в зонах проекции органов и систем на ушной раковине человека могут является чрезвычайно простым и доступным критерием в скрининге заболеваний внутренних органов, что позволяет широко внедрить его в медицинскую практику.

Список литературы

1. Матвеева Л.И. Электрофизиологические основы метода компьютерной дермографии (КД) // Фундаментальные исследования. – 2015. – №1-5. – С. 999-1003.

2. Иванов В.А., Ермакова В.В., Силисютина В.А. Сравнительный анализ морфологических изменений в акупунктурных точках ушной раковины органов и систем с выявляемой симптоматикой заболеваний этих органов // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2017. – Т.2. – С. 63-69.

3. Иванов В.А., Яковлева Е.А. Визуальная аурикулярная экспресс-диагностика заболеваний внутренних органов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2007. – Т.6, №3. – С. 624-627.

4. Иванов В.А., Яковлева Е.А. Визуальная аурикулярная экспресс-диагностика заболеваний внутренних органов и систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т.14, №2. – С. 134-135.

5. Иванов В.А., Выдрина Т.Н. Аурикулярная акупунктурная электродиагностика язвенной болезни желудка // Информационные проекты в медицине и педагогике: Материалы международной научно-практической конференции. – Москва, 2014. – С. 22-27.

6. Иванов С.В., Кутаева Г.А. Константы физиогномического кода в контексте иммуногематологического фенотипа и этнической принадлежности // Наука, образование и духовность в контексте концепции устойчивого развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции / Под ред. М.К. Петрова. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2017. – Ч.2. – С. 34-40.

7. Черноморцева Е.С., Черноморцев С.Э. Аурикулярная визуальная диагностика заболеваний человека // Лучшая исследовательская статья 2021: Сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса. – Петрозаводск, 2021. – С. 410-418.

8. Чурсин В.В., Татаркулова З.М, Небытов К.В. Скрининг-диагностика хронической цереброваскулярной недостаточности, с позиции конституциональной медицины // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2011. – №1. – С. 20-23.

DOI 10.34660/INF.2026.71.80.033

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОСЕВЕ

Хижняк Владимир Иванович
кандидат технических наук, доцент
Несмиян Андрей Юрьевич
доктор технических наук, профессор
Базова Анастасия Сергеевна
инженер-лаборант
Кувшинова Елена Константиновна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Домашенко Александра Витальевна
магистрант
Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Зерноград, Россия

Аннотация. *В статье приведен анализ биометрических показателей и элементов структуры урожая подсолнечника в производственном посеве. Проанализированы погодные условия конкретного года и приведены результаты по запасам продуктивной влаги в почве, обеспечившие формирование элементов структуры и урожайность семян. Установлены зависимости между различными парами признаков, формирующих урожайность, и влияющих на ее рост. Дана оценка гибриду подсолнечника отечественной селекции по урожайности и масличности семян.*

Ключевые слова: *метеорологические условия, вегетационный период, гибрид, подсолнечник, диаметр корзинки, формирование семян, масса 1000 семян, урожайность, масличность.*

На долю подсолнечника приходится до 75% производства всех выращиваемых масличных культур в Российской Федерации. Основная цель возделывания подсолнечника – это получение сырья для производства растительного масла, широко применяемого в кулинарии, косметологии и медицине. Около 80% сырья, перерабатываемого масложировой промышленностью нашей страны,

составляют именно семена подсолнечника [1, 2]. Устойчивый спрос и экспортные возможности значительно расширили сферу применения и переработки семян подсолнечника и делают его одной из самых привлекательных культур для производителей и переработчиков, а также являются сильнейшим стимулом увеличения объемов его производства [3-5]. К тому же подсолнечник входит в ТОП-6 масличных культур, обеспечивающих промышленное производство растительных масел и в мировом масштабе [6].

В условиях импортозамещения сельхозтоваропроизводители придают значение выбору семян подсолнечника отечественной селекции. Поэтому весной 2026 года в Агротехнологическом центре Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Россия, Ростовская область, г. Зерноград) были начаты исследования по изучению высоты растений и элементов структуры урожая в производственном посеве гибрида подсолнечника отечественной селекции Эдванс (оригинатор ООО «КФХ Гермес», Ростовская область, г. Зерноград).

Температура воздуха. Вегетационный период подсолнечника в 2026 году характеризовался повышенным температурным режимом, начиная с июня. Особенно теплее среднемноголетней нормы было в августе (на 3,1°С), сентябре (на 3,0°С) и в первой декаде октября (на 3,7°С). За вегетацию среднесуточная температура воздуха составила 20,0°С, что по сравнению с климатической нормой на 2,0°С было теплее, чем обычно.

Количество осадков. Январь и февраль 2026 года характеризовались превышением осадков по сравнению со среднемноголетними значениями. В марте и апреле недобор осадков в 27,7 мм был компенсирован в мае (85,0 мм), июне (79,0 мм) и июле (62,0 мм) с избытком, когда их количество превышало среднемноголетние значения на 65,7, 10,8 и 7,5%% соответственно месяцам. Количество осадков весной (137 мм) было на уровне среднемноголетних значений за аналогичный период. Динамика выпадения осадков представлена на рисунке 1.

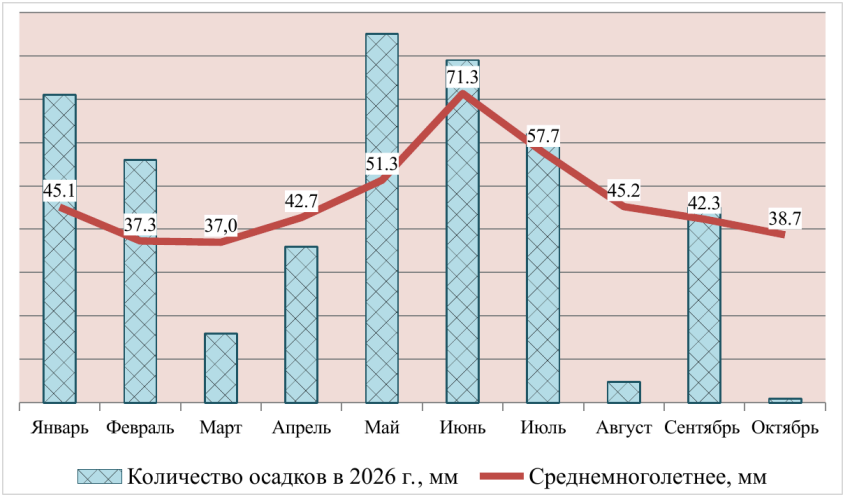


Рисунок 1 – Количество осадков в сравнении со среднемноголетней нормой, мм (2026 г.)

Температурный режим и характер влагообеспеченности в течение вегетационного периода, влияющий на продуктивность сельскохозяйственных культур, очень часто характеризуется гидротермическим коэффициентом (ГТК). ГТК за период от посева (13 мая 2026 г.) до полной спелости подсолнечника (13 октября 2026 г.) составил 0,82, и характеризовал год как засушливый. Но запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, накопленные в первые месяцы года и в мае и июне, являлись хорошим стартом для получения полноценных всходов. Несмотря, что к полной спелости они характеризовались как низкие, в течение вегетации они обеспечили благоприятные условия и способствовали вполне удовлетворительной урожайности подсолнечника (рисунок 2).

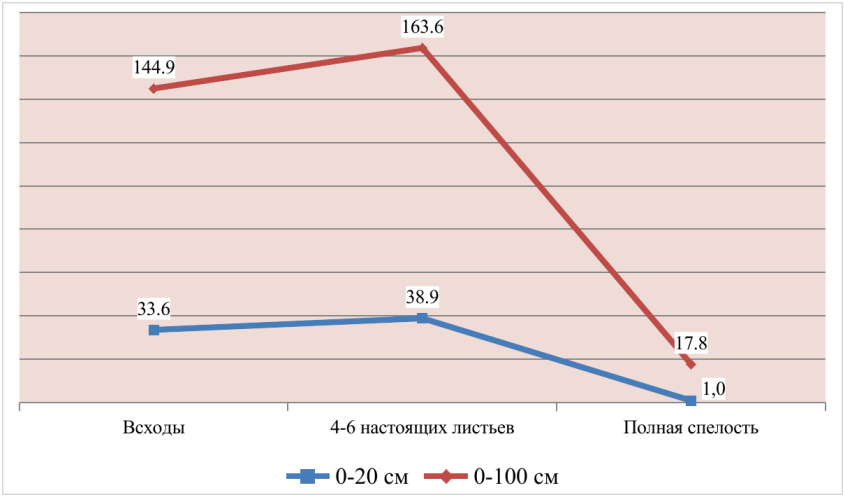


Рисунок 2 – Динамика продуктивной влаги в почве, мм (2026 г.)

Относительная влажность воздуха во время вегетации подсолнечника по месяцам в 2026 году была близка к норме, за исключением июля (53% против 61%), и особенно августа (39% против 60%), но за период от всходов до полной спелости (65,3%) в среднем была близка к климатической норме (64,7%).

Производственный посев был разделен на четыре одинаковых участка, каждый из которых был взят за повторность. На каждом участке было проанализировано по 18 растений в фазе полной спелости семян.

Высота растений изменялась от 135 до 190 см. Самыми высокими они были на участке II – 162,7 см, самыми низкими – на участке IV – 158,3 см, но варьирование признака было слабым V=5,50-8,81% (таблица 1).

Таблица 1 – Варьирование высоты растений подсолнечника, см (2026 г.)

Признак	**Участок (повторность)**				**Среднее**
	I	**II**	**III**	**IV**	
	min-max	**min-max**	**min-max**	**min-max**	**min-max**
Высота растений, см	135-185	147-186	140-190	146-170	135-190
Среднее, $\bar{x}$	*159,6*	*162,7*	*159,9*	*158,3*	-
Коэффициент вариации V,%	*8,81*	*6,95*	*8,29*	*5,50*	-

Элементами структуры урожая у подсолнечника являются размер корзинки, общее количество семян в корзинке, в том числе выполненных и их масса, масса 1000 семян. На урожайность оказывает влияние процент семянок без ядра (пустозерность), и чем их содержание больше, тем влияние ее на снижение урожайности возрастает. Исследованиями было установлено, что диаметр корзинки варьировал от 11 до 24 см. У 79% проанализированных корзинок ее диаметр составил от 16 до 22 см (рисунок 3).

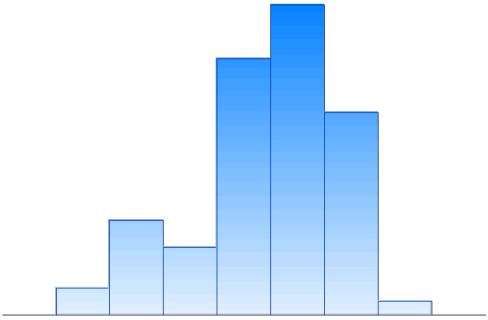


Рисунок 3 – Распределение растений подсолнечника по диаметру корзинки, см (2026 г.)

Диаграмма рассеяния свидетельствует о том, что с увеличением диаметра корзинки на 1 см, масса полноценных семян увеличивалась примерно на 11,7 г (рисунок 4).

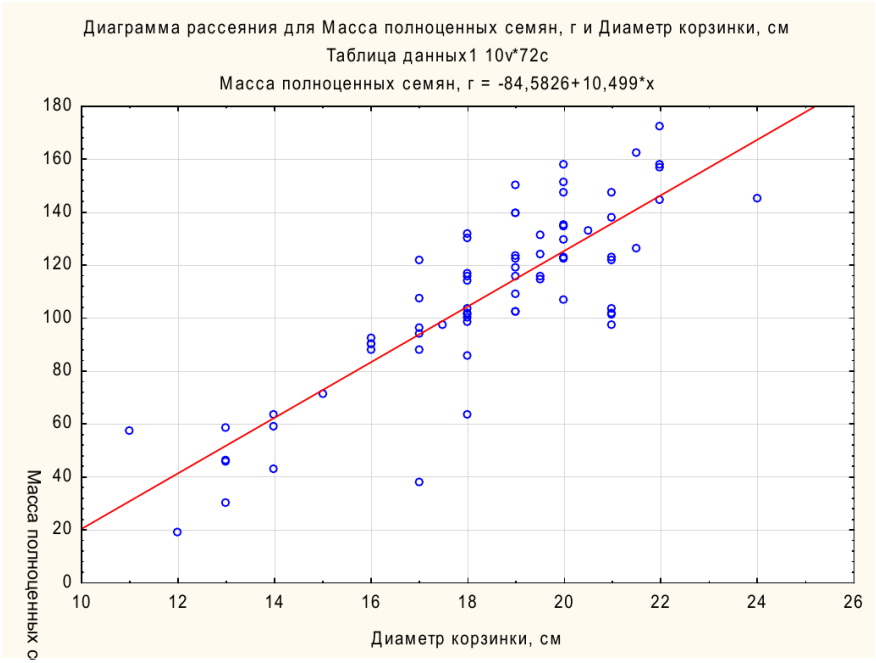


Рисунок 4 – Зависимость массы полноценных семян от диаметра корзинки (2026 г.)

Ценной составляющей продуктивности растений подсолнечника является формирование семян в каждой корзинке. От количества и массы выполненных семян зависит урожайность, выход и качество вырабатываемой продукции. Общее количество семян в корзинке по участкам варьировало от 1399 до 1681 шт. при их массе 103,2-119,5 г. Диапазон полноценных семян составил 1244-1394 шт., а их размах по массе с корзинки 101,1-118,0 г. Процент выполненных семян (по количеству) варьировал от 81,3 до 88,4% (таблица 2).

Таблица 2 – Формирование семян в корзинке и их полноценность (2026 г.)

Признак		Участок (повторность)				Среднее
		I	II	III	IV	
Семян в корзинке	шт.	1577	1681	1399	1457	1528
	г	119,5	110,3	108,5	103,2	110,4
Полноценных семян в корзинке	шт.	1394	1367	1252	1244	1314
	г	118,0	107,7	106,6	101,1	108,3
Полноценность семян	%	88,4	81,3	89,5	85,4	86,0

Примерно у 80% корзинок масса полноценных семян варьировала от 80 до 160 г с одной корзинки. Более 66% корзинок формировали полноценные семена с массой более 100 г. По самым скромным подсчетам такая выполненность корзинки при густоте стояния к уборке в 45 тыс. шт./га может обеспечить урожайность семян подсолнечника в 4,0-4,5 т/га (рисунок 5).

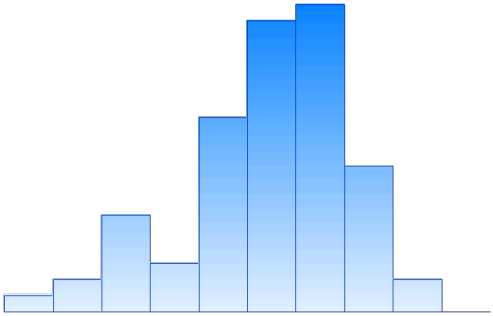


Рисунок 5 – Распределение корзинок подсолнечника

по массе полноценных семян, г (2026 г.)

Признак «масса 1000 семян» позволяет дать оценку крупности и запасам питательных веществ в семенах подсолнечника, и в нашем исследовании напрямую зависела от массы полноценных семян в корзинке. В опыте масса 1000 семян изменялась в широких пределах: от 27,06 до 119,22 г., но наиболее массовые изменения отмечены при увеличении массы полноценных семян от 80 до 160 г, при этом масса 1000 семян увеличивалась от 70 до 100 г (рисунок 6).

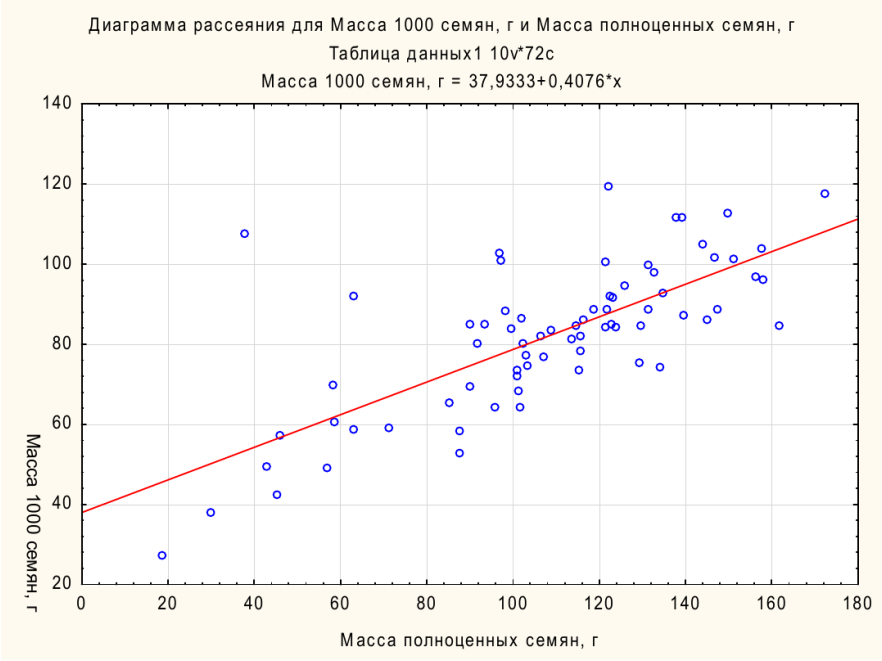


Рисунок 6 – Влияние массы полноценных семян на массу 1000 семян, г

(2026 г.)

Завершающим этапом исследований является оценка урожайности и качества семян подсолнечника. Урожайность для условий 2026 года была вполне удовлетворительной и составила в среднем по полю 2,58 т/га с размахом урожайности по исследуемым участкам от 2,22 до 2,89 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность и масличность семян подсолнечника по участкам (2026 г.)

Признак		Участок (повторность)				Среднее
		I	II	III	IV	
Урожайность семян	т/га	2,22	2,51	2,89	2,68	2,58
Масличность	%	49,72	50,73	50,33	50,63	50,35

Масличность была высокой 49,72-50,73%, и в среднем составила 50,35%. Такие семена по показателю масличности с уверенностью относятся к 1-му классу качества согласно ГОСТ 22391-2015. Подсолнечник. Технические условия

Заключение

Диаметр корзинки у подсолнечника оказывал положительное влияние на формирование семян. В среднем в корзинке формировалось 1528 семян, из них 1314 шт. были полноценными. При увеличении диаметра корзинки на 1 см, масса полноценных семян увеличивалась на 11,7 г. Масса 1000 семян увеличивалась с увеличением массы полноценных семян, сформировавшихся в корзинке, и достигала 70-100 г. В целом условия для вегетации подсолнечника в 2026 году сложились вполне благоприятно. Урожайность в среднем составила 2,58 т/га при масличности семян 50,35%. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку влияния элементов технологии возделывания на продуктивность этой культуры.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Москва, 2020. – 23 с.

2. Клименко, А. А., Каракаш И. А., Хронюк В. Б., Глечикова Н. А., Бельтюков Л. П. Урожайность полевых культур в условиях Юга Ростовской области // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2020. – № 4. – С. 47-51.

3. Игнатова А. В., Мартынова Е. Г. Использование подсолнечника в медицине // В сборнике: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. – Майский, 2021. – С. 220.

4. Шагинова, Л. О., Крылова И. В., Демьяненко Т. Ф., Доморощенкова М. Л. Исследование процесса получения белкового препарата из семян подсолнечника

для использования в пищевой промышленности // Новые технологии. – 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 41-50.

5. Несмиян, А. Ю. Эффективность машинных технологий возделывания подсолнечника на юге России / А. Ю. Несмиян, Л. П. Бельтюков, В. И. Хижняк // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 5. – С. 35-38. – EDN REQASK.

6. Zhichkin, K. Waste management system in the brewing industry / K. Zhickin, V. Nosov, L. Zhichkina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – № 337. – 012009.

DOI 10.34660/INF.2026.48.85.038

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОПРЯЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ

Михайловский Артемий Владимирович
аспирант
Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр»

Актуальность исследования обусловлена наличием проблем в синхронизации производственно-экономических процессов и управленческих решений в контексте системного согласования целей, ресурсов и действий на всех уровнях предприятия для достижения стратегических задач в условиях инновационной трансформации. Синхронизация позволяет устранить разрывы между планированием и реализацией, обеспечивает оперативное реагирование на изменения и создаёт условия для устойчивого роста.

Производственно-экономическая система (ПЭС) является основой предприятий как комплекс материальных и нематериальных активов, используемых в производстве (оборудование, технологии, персонал, финансы), а система управления (СУ) в качестве совокупности методов, инструментов и структур обеспечивает достижение целей предприятия на основе соответствующей организационной структуры, процессов принятия решений, информационных потоков, мотивации.

Система управления в механизме сопряжения - интегрирующий и координирующий центр, который превращает два набора ограничений (производственные и экономические) в единый процесс принятия решений, задавая архитектуру сопряжения [2;3;5;8;10]. Система управления отвечает тем самым за производственные и экономические ограничения, которые должны учитываться одновременно, организуя непрерывный цикл: планирование → исполнение → контроль отклонений → корректировка нормативов. Именно система управления запускает процедуру в случае нарушения одного из ограничений. Ядром сопряжения ПЭС и СУ является обеспечение принципа двусторонних ограничений, а именно:

- производственный контур задает ограничения по мощности, кооперации, маршрутам, длительности этапов, доступности узлов;

- экономический контур устанавливает ограничения (целевая маржа, лимиты затрат, лимиты по оборотным средствам, пороги EVA);

- система управления организует процесс, в соответствии с которым решения принимаются только при выполнении обоих наборов ограничений.

Таким образом, сопряжение обеспечивает совместное формирование решений на основе двойных ограничений.

Вместе с тем, в процессе реализации проектов в части сопряженности ПЭС и СУ имеет место ряд существенных проблем:

- отсутствие масштабируемых моделей сопряжения для большинства предприятий;

- слабая проработка адаптивных механизмов к кризисам и технологическим скачкам;

- недостаточное использование искусственного интеллекта и Big Data для сопряжения;

- игнорирование ESG-факторов, учитывающий влияние предприятий на окружающую среду, социальную сферу и корпоративное управление в механизмах сопряжения.

Инновационная трансформация промышленных предприятий определяет необходимость согласования стратегических целей с изменениями, происходящими как во внешней среде, так и в самих предприятиях в целях обеспечения устойчивости производственно-экономической деятельности **[**1;3;4;6;7**,**8**].**

Концептуальная модель сопряжения строится на операционализации ключевых понятий исследования, к которым относятся производственно-экономическая система, система управления, процесс и механизм сопряжения, а также инновационная трансформация (рисунок 1).



Рисунок 1 – Элементы концептуальной модели сопряжения ПЭС и СУ предприятий

«Производственно-экономическая система» в модели сопряжения -комплекс материальных и нематериальных активов, используемых в производстве (оборудование, технологии, персонал, финансы), охватывающих весь жизненный цикл продукта - от проектирования и закупки комплектующих до выпуска, отгрузки и послепродажного обслуживания.

«Система управления» посредством совокупности методов, инструментов и структур обеспечивает достижение целей предприятия. Управленческая система представляет собой иерархию целеполагания, планирования, контроля, мотивации и принятия решений, реализуемую на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях.

«Сопряжение» в качестве процесса интеграции производственно-экономических и управленческих элементов через единые справочники, сквозные KPI, двухконтурное планирование, точки синхронизации и согласованную мотивацию, сфокусировано на достижении синергетического эффекта в части согласования целей, выполнения производственной программы при соблюдении целевых значений KPI, информационных потоков. Сопряжение данных систем означает формирование единых правил интерпретации данных, сквозных показателей эффективности и регламентов взаимодействия, исключающих конфликт интересов между производственными и финансово экономическими подразделениями. Таким образом, сопряжение ПЭС и управленческой систем на промышленном предприятии следует рассматривать не как формальный обмен данными между подразделениями, а как устойчивый механизм обратных связей, правил принятия решений и ограничений, обеспечивающий выполнение производственной программы в заданных экономических рамках.

Значимость сопряжения ПЭС и СУ особенно важно в условиях тяжёлого, энергетического машиностроения, станкостроения и некоторых других отраслей, для которых характерны длительные производственные циклы, высокая материалоёмкость, значительная доля кооперации и проектный характер заказов. Рассогласование этих контуров приводит к системным потерям, в частности, кассовым разрывам, росту незавершённого производства, снижению маржинальности портфеля заказов и срыву сроков исполнения контрактов.

«Инновационная трансформация» вызвана инновационной стратегией и переходом предприятия на новый технологический и управленческий уровень (внедрение новых технологий, продуктов, методов управления).

«Экономический механизм сопряжения» посредством совокупности инструментов и методов обеспечивает согласованное функционирование производственной и управленческой систем в части алгоритмов взаимодействия, KPI, стимулов и процедур контроля.

Построение модели осуществляется на основе трех типов связей:

- вертикальных (стратегия → тактика → операционные задачи);
- горизонтальных (межфункциональное взаимодействие);

- обратных (мониторинг → корректировка).

Операционализация понятий позволяет перейти от абстрактных категорий к измеримым показателям (таблица 1).

Таблица 1 - Операционализация ключевых понятий исследования

Понятие	**Определение**	**Операциональное определение (измеряемость/ оценка)**	**Показатели измерения**
Производственно-экономическая система	Совокупность производственных процессов и экономических отношений предприятия	Комплекс материальных и нематериальных активов, используемых в производстве	Объём производства, загрузка мощностей, себестоимость продукции
Система управления	Совокупность методов, инструментов и структур, обеспечивающих достижение целей предприятия	Организационная структура, процессы принятия решений, информационные потоки	Скорость принятия решений, уровень делегирования полномочий, качество информации
Сопряжение систем	Процесс интеграции производственно-экономических и управленческих элементов для достижения синергетического эффекта	Степень согласованности целей, планов и показателей двух систем	Коэффициент согласованности планов, доля общих KPI
Инновационная трансформация	Процесс перехода предприятия на новый технологический и управленческий уровень	Внедрение новых технологий, продуктов, методов управления	Доля инновационной продукции, затраты на R&D, количество патентов

Понятие	Определение	Операциональное определение (измеряемость/ оценка)	Показатели измерения
Экономический механизм сопряжения	Совокупность инструментов и методов, обеспечивающих согласованное функционирование производственной и управленческой систем	Алгоритмы взаимодействия, KPI, стимулы, процедуры контроля	ROI сопряжения, сокращение сроков согласования решений

Разработанная концептуальная модель сопряжения систем интегрирует ключевые элементы выявленных подходов и включает следующие компоненты:

- систему взаимосвязанных KPI, охватывающих финансовые, инновационные, ESG и процессные показатели;
- механизмы экономического стимулирования (инновационный фонд, KPI премии, трансфертные цены);
- инструменты управления рисками (страхование, диверсификация поставщиков, резервные фонды);
- процедуры мониторинга и корректировки (аудит, обратная связь, алгоритмы адаптации).

Модель учитывает двойственность целей предприятия, обеспечивает гибкость взаимодействия подразделений и поддерживает адаптацию к изменениям внешней среды. Её структура позволяет поэтапно внедрять элементы сопряжения, начиная с пилотного тестирования и заканчивая полномасштабным масштабированием. Практическая значимость модели заключается в возможности её адаптации к специфике различных промышленных предприятий, что повышает универсальность и применимость разработанного механизма.

Предложенная концептуальная модель сопряжения ПЭС и СУ соответствует современным требованиям к управлению промышленными предприятиями в условиях инновационной активизации и позволяет рассматривать его как стратегический ресурс предприятия, обеспечивающий долгосрочную конкурентоспособность. При этом отраслевая специфика машиностроения и станкостроения (высокая стоимость ошибок, длительные циклы, кастомизация и др.) делает особенно востребованными именно те элементы, которые обеспечивают прозрачность, гибкость и верификацию решений, что подтверждает релевантность предложенного методологического подхода.

Список литературы

1. .Аубакирова Г.М. Становление и развитие адаптивного управления промышленными предприятиями // Вестник КАСУ. – 2007. – № 4. – С. 87-92.

2. Барбарук А. И. Омниканальное взаимодействие в сетевых структурах / А.И. Барбарук, С.М. Сергеев // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сб. тр. научной и учеб.- практ. конф. В 3-х Ч. 2017. – С. 330-336.

3. Бекмуратов Р.Д. Совершенстование адаптивной системы управления предприятием [текс] / Р.Д. Бекмуратов // Дискуссия, Екатеринбург, 2014, Вып. №2(43) –. С. - 36-41

4. Берталанфи Л. Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. — М.: Прогресс, 1969.

5. Вертинова А.А. Методика оценки уровня соразвития университетов и региона как экосистемы // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал – 2021. - № 2 (66). URL: https://eee-region.ru/article/6614/.

6. Гусев А.А. Саморазвивающаяся организация как инфраструктура адаптивного управления предприятием // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 4(20). – С. 81-92.

7. Дударева О.В. Методологические аспекты оценки рисков уязвимости промышленных экосистем в целях повышения устойчивости / О.В. Дударева // Организатор производства. 2022. Т.30. № 1. С. 18-23. DOI: 10.36622/VSTU.2022.54.72.002

8. Качанова Е.А., Ударцев Н.С. Актуальные теоретико-методологические подходы к характеристике адаптивного управления экономикой локальных территорий // Муниципалитет: экономика и управление. 2021. № 4. С. 118–125.

9. Орлова Е.В. Синергетический синтез механизмов и моделей согласованного управления производственно-экономической системой // Системы управления и информационные технологии. 2017. № 1. С. 86-93.

10. Попов В.Л.1, Зиннатуллин Р.Р Совершенствование модели управления развитием производственно-экономической системы Креативная экономика. 2019. Том 13, №1. - с. 139-150. doi: 10.18334/ce.13.1.39775

DOI 10.34660/INF.2026.22.52.039

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКТОВО-СЕРВИСНОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Тер-Акопов Вадим Геннадьевич
аспирант
Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр»

Аннотация. *Цель исследования заключается в развитии теоретических положений стратегического управления продуктово-сервисной трансформацией промышленных предприятий и обосновании понятия проактивной стратегии такой трансформации. Исследование носит теоретико-концептуальный характер; его методологическую основу составляют системный и стратегический подходы, методы анализа и синтеза научных положений, сравнительный анализ. Предложена классификация четырёх уровней продуктово-сервисной трансформации — оптимизации, расширения портфеля, сервисизации и экосистемной трансформации, — различающихся глубиной организационных изменений, стратегическими целями и характерными рисками. Разграничены понятия продуктово-сервисной системы как интегрированной конфигурации продуктов, услуг и обеспечивающих их элементов и продуктово-сервисной трансформации как процесса целенаправленного изменения данной конфигурации. Раскрыта двусторонняя взаимосвязь стратегического управления и инновационной деятельности, обеспечивающая согласование долгосрочных целей предприятия с преобразованием его ресурсной базы, бизнес-процессов и компетенций. Предложено определение проактивной стратегии продуктово-сервисной трансформации, отличительной характеристикой которой выступает опережающее выявление технологических и рыночных изменений и заблаговременное формирование необходимых ресурсов, компетенций и организационных условий для перехода к целевой конфигурации продуктово-сервисной системы. Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы при разработке стратегий продуктово-сервисной трансформации промышленных предприятий.*

Ключевые слова: *продуктово-сервисная система, продуктово-сервисная трансформация, сервисизация, стратегическое управление, проактивная стра-*

тегия, ценностное предложение, бизнес-модель, промышленное предприятие, цифровая экосистема.

В современных условиях инновационного развития экономики продуктово-сервисная интеграция предприятий становится не просто трендом, а стратегической необходимостью для устойчивого развития промышленности [2; 4; 6; 9; 13]. Трансформация продуктово-сервисной системы (ПСС) предприятия может варьироваться от поверхностных изменений до радикальной перестройки бизнес-модели [1; 3; 12]. В таблице 1 представлены варианты глубины трансформации ПСС предприятий**.**

Таблица 1 — Варианты глубины трансформации ПСС предприятий

Уровень	**Глубина трансформации**	**Ключевая цель**	**Типичный срок реализации**	**Риски**
1. Оптимизация	Поверхностная	Снижение издержек	3–12 месяцев	Минимальные
2. Расширение портфеля	Умеренная	Рост выручки	6–18 месяцев	Средние (перегрузка ассортимента)
3. Сервисизация	Глубокая	Смена бизнес-модели	1–3 года	Высокие (сопротивление пользователей, перестройка процессов)
4. Экосистема	Радикальная	Создание нового рынка	3–5 лет и более	Очень высокие (капиталоёмкость, конкуренция платформ)

Источник: составлено автором.

В результате оптимизации существующих процессов (первый уровень) изменения носят достаточно поверхностный характер, не затрагивая бизнес-модель в целом. Предприятия в основном осуществляют улучшения текущих процессов посредством внедрения автоматизации отдельных операций (например, CRM- и ERP-систем или чат-ботов) [3; 8], а также повышения качества сервисов за счёт обучения персонала и разработки скриптов общения (сценариев разговора для структурирования беседы), оптимизации логистики и цепочек

поставок и др. Это позволяет снизить издержки, ускорить обслуживание и частично улучшить клиентский опыт.

Умеренная трансформация на втором уровне обеспечивает расширение продуктово-сервисного портфеля посредством добавления новых сервисов к существующим продуктам без смены логики владения [5; 12]. Такой формат предусматривает введение подписки или абонентского обслуживания, предложение пакета «продукт + сервис» (например, установка, обучение или техподдержка), создание программы лояльности и персонализированных предложений, запуск дополнительных цифровых каналов взаимодействия (мобильное приложение или чат). Итогом таких изменений становится, например, в сфере производства бытовой техники предложение расширенной гарантии и обслуживания на месте установки оборудования, в сфере автодилеров — сервис регулярного техобслуживания по подписке, в сфере разработки и поставок программного обеспечения — сервисы облачного хранения и консультации в пакете лицензии. В результате растет выручка, укрепляется лояльность клиентов.

Третий уровень представляет собой глубокую трансформацию, или сервисизацию. Происходит смена бизнес-модели, в рамках которой пользователи оплачивают не владение продуктом, а доступ к нему или достигнутый результат. В рамках данного подхода предприятия переходят на модели аренды, лизинга или pay-per-use («оплата по использованию», т. е. фактическое потребление), создавая платформенные решения для совместного использования ресурсов, перестраивают цепочку создания ценности вокруг клиентского опыта, интегрируют продукты и сервисы в единую экосистему, внедряют IoT и телеметрию для мониторинга использования и предиктивного обслуживания [1; 4; 8; 12]. Такая трансформация позволяет выстроить долгосрочные отношения с пользователями, обеспечить стабильный денежный поток, открыть новые рыночные возможности.

Четвёртый уровень представляет собой радикальную трансформацию в формате цифровой экосистемы посредством построения открытой цифровой платформы с API, объединяющей продукты, сервисы, партнёров и пользователей в единое ценностное предложение [8; 11]. Результаты такой трансформации включают сетевые эффекты (рост ценности платформы с увеличением числа участников), лидерство в отрасли, устойчивость к кризисам и генерацию принципиально новых бизнес-моделей. Концепции ПСС возникли как ответ на рост сервисной экономики на насыщенных рынках, превращение товаров в стандартные, взаимозаменяемые, необходимость повышения конкурентоспособности предприятий за счет объединения продуктов, услуг, коммуникаций и распространения в единую скоординированную систему для улучшения взаимодействия с клиентами.

Продуктово-сервисная система — это многогранная концепция, которая развивалась под влиянием различных научных школ и исследователей [10; 12; 13]. В

условиях цифровой экономики ПСС трансформируется: традиционные модели «продукт как товар» уступают место концепциям «продукт как услуга» (Product-as-a-Service, PaaS), «обслуживание по требованию», «подписка на функционал». Каждый из вариантов, как правило, базируется на одном из трех подходов: ресурсном, интеграционном, процессном. Вместе с тем технологическая трансформация экономики предъявляет к развитию ПСС ряд требований: способность предприятия оперативно перестраивать свои системы в ответ на изменения среды; выбор приоритетов развития и сосредоточение на них ресурсов; формирование уникального продуктово-сервисного предложения на основе технологического обновления, охватывающего создание, распространение и передачу новшеств; согласованность элементов системы, подчинённых единым целям.

Таким образом, продуктово-сервисная система представляет собой интегрированную конфигурацию материальных продуктов, услуг, цифровых технологий и поддерживающей инфраструктуры, формирующих единое ценностное предложение для потребителя. Продуктово-сервисная трансформация, в свою очередь, представляет собой процесс целенаправленного изменения данной конфигурации, который в зависимости от глубины преобразований может затрагивать бизнес-модель предприятия, способы взаимодействия с клиентами, ресурсную базу и бизнес-процессы.

Поскольку продуктово-сервисная трансформация представляет собой динамический процесс, ведущий к укреплению конкурентных позиций и переходу от поставщика оборудования к технологическому партнёру, гибкость, способность к быстрой адаптации, стратегическое мышление, а также успешное управление изменениями становятся ключом к адаптации и успешному развитию и инструментами опережающего реагирования. Эти условия позволяют предприятию не только реагировать на рыночные изменения, но и заблаговременно готовиться к ним.

Отправной точкой выступает стратегическое управление, задающее долгосрочные цели перехода к ПСС и обеспечивающее согласование изменений с долгосрочными целями. Стратегия определяет смысл трансформации и задаёт ориентиры для выбора инструментов и последовательности преобразований: она указывает, к какой стадии зрелости ПСС необходимо прийти, выделяет приоритетные драйверы роста (например, цифровизацию оборудования для снижения простоев) и задаёт направления генерации новшеств (например, разработку сервисов предиктивного обслуживания). Вместе с тем стратегия, не подкреплённая чётким планом реализации, рискует остаться декларативной.

В балансе между стратегической направленностью и адаптивностью к инновациям проявляется синергия инноваций и стратегии. Стратегия направляет инновационную деятельность, задавая приоритеты (например, фокус на энергоэффективность), что предотвращает длительный поиск идей и повышает вероятность коммерциализации. Вместе с тем жёсткая привязка к стратегии

может привести к консерватизму и упущению новых возможностей. Поэтому синергетический эффект будет заключаться в создании механизма двусторонней обратной связи, согласно которому стратегия задаёт рамки и фокус для инноваций, обеспечивая их релевантность бизнес-целям. В то же время результаты инноваций, в частности, данные с пилотных проектов, экономический эффект, реакция рынка, поступая обратно к стратегии, становятся основой для её корректировки и уточнения. В этом случае стратегия проявляет свою адаптивность к изменениям.

Развитие ПСС промышленных предприятий определяется сложным взаимодействием множества внешних и внутренних факторов, которые не действуют изолированно, а взаимосвязаны и способны усиливать или нивелировать влияние друг друга. Безусловно, все факторы взаимосвязаны. Так, высокий уровень цифровизации (внутренний фактор) позволяет быстрее реагировать на технологические тренды (внешний фактор), государственная поддержка (внешний) может компенсировать нехватку собственных ресурсов (внутренний), а жёсткие экологические нормы (внешний) стимулируют инновации (внутренний) [6; 7]. При этом взаимосвязь факторов обеспечивает их синергию, усиливая общее влияние на инновационную деятельность предприятий.

Таким образом, успешное развитие ПСС требует комплексного анализа всех факторов, их приоритизации и встраивания в стратегическое управление с акцентом на укрепление внутренних компетенций и гибкую адаптацию к меняющимся внешним условиям. В этой связи изменение облика промышленных предприятий в контексте большей гибкости, устойчивости и клиентоориентированности на основе продуктово-сервисной трансформации базируется на интеграции нескольких теоретических подходов. Так, структурную трансформацию, сервис-доминирующую логику [14] формирует экономический подход, объясняя причины и направления изменений; цифровую трансформацию, экономику замкнутого цикла – технологический подход, определяющий инструменты реализации; ресурсно-ориентированный подход, теория изменений определяют и описывают механизмы внедрения; платформенное управление, обеспечивающее интересы стейкхолдеров – социальный подход. И всё это замыкается на стратегии.

Интеграция подходов позволяет обеспечить конечный эффект трансформации в виде роста добавленной стоимости и создания новых источников дохода за счёт услуг; повышение конкурентоспособности через индивидуализацию предложений и укрепление долгосрочных отношений с пользователями. В этой связи принципиально важным становится, во-первых, обеспечение гибкости и адаптивности всех систем предприятий, их готовности к изменениям, во-вторых, определение ключевых направлений развития, концентрация ресурсов на перспективных направлениях в результате проактивного подхода к продуктово-сервисной трансформации, в-третьих, создание уникальных продуктов и

услуг, технологического обновления: продуцирования, диффузии и трансфера, в-четвертых, создание целостной системы с чёткими целями, интегрированием компонентов системы.

Под проактивной стратегией продуктово-сервисной трансформации предприятия предлагается понимать систему долгосрочных управленческих решений, обеспечивающую опережающее выявление технологических и рыночных изменений и целенаправленное преобразование ресурсной базы, бизнес-процессов, инновационной деятельности и ценностного предложения для перехода к целевой конфигурации продуктово-сервисной системы и формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

В отличие от реактивной адаптации, ориентированной преимущественно на ответные действия в отношении уже произошедших изменений, проактивный подход предполагает заблаговременную подготовку ресурсов, компетенций и организационных условий для системной трансформации ПСС.

Предложенный подход может служить теоретической основой для разработки проактивных стратегий продуктово-сервисной трансформации промышленных предприятий.

Список литературы

1. Георгиевский, А. Б. Переход компании от продажи товаров к продаже решений / А. Б. Георгиевский // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2021. – Т. 20, № 2. – С. 216–241. – DOI 10.21638/11701/spbu08.2021.204.

2. Георгиевский, А. Б. Сервитизация компании: предпосылки и результаты / А. Б. Георгиевский // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2022. – Т. 21, № 1. – С. 74–104. – DOI 10.21638/11701/spbu08.2022.104.

3. Двоянов, С. В. Паттерны сервитизации в машиностроительном секторе: влияние финансового состояния и размера компании на стратегии оказания услуг / С. В. Двоянов, Н. Р. Кельчевская // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 7. – С. 2147–2166. – DOI 10.18334/epp.13.7.118113.

4. Смешко, О. Г. Трансформация производственной структуры современной экономики: сервисизация или новое индустриальное развитие? / О. Г. Смешко, В. А. Плотников, Ю. В. Вертакова // Экономика и управление. – 2025. – Т. 31, № 8. – С. 969–978. – DOI 10.35854/1998-1627-2025-8-969-978.

5. Трачук, А. В. Формирование ценностного предложения для клиентов: теоретические подходы и понимание представителей российских компаний / А. В. Трачук, Н. В. Линдер, В. О. Туаев // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 8–25. – DOI 10.17747/2618-947X-2022-1-8-25.

6. Услуга за услугу: сервисизация промышленности требует новой промышленной политики : докл. к XXIII Ясин. (Апр.) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. / Ю. В. Симачёв, А. А. Федюнина, Л. С. Ружанская [и др.] ; рук. авт. кол. Ю. В. Симачёв ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Москва : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. – 178 с. – ISBN 978-5-7598-2637-8.

7. Федорова, А. А. Факторы и условия цифровой сервитизации сельхозмашиностроения на Юге России / А. А. Федорова // Региональная экономика. Юг России. – 2025. – Т. 13, № 1. – С. 161–172. – DOI 10.15688/re.volsu.2025.1.16.

8. Чернова, О. А. Возможности искусственного интеллекта в продуктово-сервисных системах промышленных компаний / О. А. Чернова // Управленец. – 2025. – Т. 16, № 4. – С. 70–86. – DOI 10.29141/2218-5003-2025-16-4-5.

9. Baines, T. S. The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges / T. S. Baines, H. W. Lightfoot, O. Benedettini, J. M. Kay // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2009. – Vol. 20, No. 5. – P. 547–567.

10. Mont, O. K. Clarifying the concept of product–service system / O. K. Mont // Journal of Cleaner Production. – 2002. – Vol. 10, No. 3. – P. 237–245.

11. Parker, G. G. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You / G. G. Parker, M. W. Van Alstyne, S. P. Choudary. – New York : W. W. Norton & Company, 2016.

12. Tukker, A. Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet / A. Tukker // Business Strategy and the Environment. – 2004. – Vol. 13, No. 4. – P. 246–260.

13. Vandermerwe, S. Servitization of business: Adding value by adding services / S. Vandermerwe, J. Rada // European Management Journal. – 1988. – Vol. 6, No. 4. – P. 314–324.

14. Vargo, S. L. Evolving to a new dominant logic for marketing / S. L. Vargo, R. F. Lusch // Journal of Marketing. – 2004. – Vol. 68, No. 1. – P. 1–17.

DOI 10.34660/INF.2026.67.25.046

ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Лахатова Мария Ивановна
Тульский государственный университет

Аннотация. *Рассматривается важность и необходимость патриотического воспитания подрастающего поколения в преподавания, формирования гражданского сознания, предлагается на занятиях приводить примеры героизма во время ВОВ.*

Ключевые слова: *Патриотическое воспитание, особенности патриотического воспитания в преподавании физики, примеры патриотизма, и сохранение исторической памяти*

Патриотическое воспитание необходимо во всех видах педагогической деятельности для формирования гражданской позиции у молодого поколения.

Воспитание является часть формирования здорового и стабильного общества. Необходимо прививать ученикам чувство гордости за свою культуру, историческое наследие и народные традиции, достижения в науке, искусстве, спорте, труде. Готовность защищать свою Родину должна быть осознаной.

В преподавании физики можно использовать различные исторические материалы, биографии ученых и конструкторов, разработчиков различного оружия.

Предлагается привести конкретные примеры, как советские ученые внесли свой вклад в Победу во время Великой Отечественной войны. Тульские конструкторы стрелкового оружия внесли огромную лепту в Победу в ВОВ, можно представить биографии Коровина Сергея Александровича и Токарева Федора Васильевича.

Один из примеров мужества и любви к Родине можно привести на занятиях – это героическая оборона города Тулы ее защитниками в 1941 году, за что 50 лет назад город получил звание « города-героя».

30 октября 1941 года в Туле началась оборонительная операция. В местах, где проходил передний край обороны, установлены памятные обелиски.

Оставшиеся жители города и военные сплотились для встречи с немецко-фашистскими захватчиками, говорили так: «Умрем, но Тулу врагу не отдадим». В Туле находились такие войска: 50 Армия, которая оказалась в Туле после

отступления , полк НКВД по охране особо значимых объектов, отряд милиции , бронепоезд № 16, и остатки тех немногочисленных формировании отступавших с Брянского и Орловского направлений.

Командование города приняло решение создать три линии круговой обороны.

Мирное население активно включилось в помощь Красной Армии: гражданские люди рыли окопы, делали насыпные рвы, изготавливали противотанковые ежи. Для нужд военных был организован сбор теплых вещей и обуви, На кадрах кинохроники видно, что все защитники обуты в сапоги. Оставшиеся оружейники возобновили производство оружия, хотя основные мощности военных заводов в октябре 1941 года были эвакуированы за Урал.

На южном направлении – на пересечении улиц проспект Ленина и академика Павлова. В этом месте город защищали Тульский рабочий полк и 156 полк НКВД по охране особо важных объектов промышленности. Рабочий полк был сформирован из рабочих тульских заводов. Они умели обращаться с оружием, но у них не было навыков боевых действий.

Рядом с Тульским государственным университетом находится мемориальный комплекс «Три штыка», возведенный в честь героических событий, проходивших на переднем крае обороны, т.е мемориальный комплекс. Средства на создание этого объекта исторического наследия были собраны местными жителями. Открытие мемориала состоялось в 1968 году. Комплекс «Три штыка» олицетворяет всенародное единство борьбы защитников Тулы с фашистами

Использование исторического материала позволяет решать различные педагогические задачи в области патриотического воспитания

Список литературы

1.

2. https://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskie-tekhnologii/library/2023/11/27/patrioticheskoe-vospitanie-na-urokah

3. Новикова Наталья Вячеславовна «Патриотическое воспитание на уроках физики».

DOI 10.34660/INF.2026.90.45.049

КУЛЬТУРОТВОРЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ В ПРОЦЕССЕ ИНТЕГРАЦИИ МОЛОДЕЖИ КРУПНОГО ГОРОДА В СОВРЕМЕННУЮ МУЗЫКАЛЬНУЮ КУЛЬТУРУ

Тислянкова Валентина Ивановна
кандидат педагогических наук, доцент
Сибирский государственный институт искусств имени Дмитрия Хворостовского

Аннотация. *В работе представлен анализ формирования музыкальной культуры молодежи крупного города. На основе изученных данных музыкальная культура представляется как сложная, многогранная система. На примере города Красноярска рассматриваются разнообразные культуротворческие практики вовлечения молодежи в современную музыкальную среду.*

Ключевые слова: *музыкальная культура, культуротворческие практики, молодежь, академическая музыка, культурная среда.*

Abstract. *This paper presents an analysis of the formation of musical culture among the youth in a large city. Based on the data examined, musical culture is conceptualized as a complex, multifaceted system. Using the city of Krasnoyarsk as a case study, the author explores various culture-creating practices aimed at engaging young people in the contemporary musical environment.*

Keywords: *musical culture, culture-creating practices, youth, academic (classical) music, cultural environment.*

Искусство играет важную роль ключевого смыслообразующего ориентира городской культуры. Интегрируясь в урбанистическое пространство, оно активно воздействует на формирование эстетических вкусов населения. Музыкальный компонент городской культуры является наиболее массовым и вариативным. В последние годы благодаря интенсивному развитию интернет-технологий возможности выбора музыкальных предпочтений стали практически безграничными. Все это влияет на формирование современной музыкальной культуры молодёжи и становится особенно актуальным.

Музыкальная культура на городском уровне крайне самобытна и зачастую развивается стихийно, за счет той или иной степени заинтересованности её участников. В связи с этим деятельность в данной сфере требует системного подхода и должна быть направлена на развитие музыкальной культуры молодё-

жи посредством культуротворческих технологий, ориентированных на освоение и обогащение культурных ценностей.

Для комплексного анализа исследуемого феномена, помимо функций, элементов и структуры музыки, необходима качественная характеристика уровней музыкальной культуры, к которым относят: традиционный, академический, сакрально-религиозный и городской.[1]

Наибольший исследовательский интерес представляет городской уровень. Данный пласт охватывает популярную и эстрадную музыку в их совокупности, поскольку на современном этапе оба направления характеризуются доступностью формы, содержания и способов потребления. Именно на этом уровне сконцентрировано основное внимание молодёжной аудитории, что обусловливает выбор вектора дальнейшего анализа.

Результатом анализа теоретических данных стало авторское определение музыкальной культуры молодёжи как сложной многогранной системы, базирующейся на музыкальных знаниях и компетенциях, которые реализуются, с одной стороны, внутри специфического сообщества (включающего слушателей и исполнителей), а с другой – в совокупности институциональных и неформальных структур, обеспечивающих создание, сохранение и трансляцию музыкальных произведений (инфраструктуре).

Красноярск в последние годы позиционируется как один из ведущих академических, музыкальных и культурных центров Сибирского региона, обладающий мощной образовательной базой, богатыми историческими традициями и динамично развивающейся современной сценой [2].

Современная культура города формируется за счет регулярного проведения междисциплинарных и профильных музыкальных фестивалей, организуемых как под эгидой ключевых институций – филармонии и музыкальных театров города, – так и независимыми сообществами. Данные события стабильно привлекают ведущих исполнителей со всей России, подтверждая статус Красноярска как крупного центра притяжения на музыкальной карте страны.

Для системного анализа современного состояния музыкальной культуры молодёжи г. Красноярска можем выделить три ключевые группы: учреждения, объединения и проекты. В ходе исследования были изучены наиболее заметные представители каждой группы, функционирующие в пространстве города: «Артберег», музыкальный коворкинг «Волна», молодежный центр «Ядро», культурное пространство «Yushin Brothers», креативный кластер «Металлобаза» и др.

Анализ показал, что, несмотря на разнообразие реализуемых форматов, констатировать высокое качество существующей городской музыкальной культуры преждевременно. Современное состояние музыкальной среды Красноярска характеризуется следующими отличительными факторами:

- доминирование спроса на кавер-группы среди посетителей молодежных учреждений;

- локализация музыкального досуга в коммерческих пространствах (барах, клубах), которые не всегда выступают эффективными площадками для подлинной творческой самореализации;

- неполный охват актуальных потребностей музыкантов и интересов слушателей деятельностью существующих музыкальных формирований.

С целью верификации проблемных полей музыкальной культуры молодёжи г. Красноярска был проведён комплекс эмпирических исследований. Автором организована серия экспертных интервью с ведущими специалистами регионального уровня, а также проведено онлайн-анкетирование целевой аудитории. Выборку составили три ключевых сегмента: студенты Сибирского федерального университета, посетители музыкального коворкинга «Волна» и участники сообщества «КИПРЕЙJAZZ».

Результаты эмпирического анализа продемонстрировали высокую заинтересованность представителей молодёжной музыкальной среды в профессиональной коммуникации и получении профильных знаний об индустрии. Современные интерактивные форматы оцениваются респондентами как эффективный инструмент создания уникальной социокультурной среды, формирующей музыкальный вкус. Данные выводы послужили основой для последующего проектирования.

В качестве репрезентативного примера успешной интеграции культуротворческих практик был рассмотрен проект «Сибирский юношеский оркестр», созданный в 2020 году на базе Красноярской краевой филармонии. Данный творческий коллектив ориентирован на профессиональное становление оркестровых музыкантов. Несмотря на то, что оркестр функционирует на академическом уровне, по степени социокультурной значимости он оказывает сильное влияние и на городскую среду. В рамках проекта молодые музыканты реализуют себя в репетиционной, образовательной, просветительской и концертно-исполнительской деятельности, а также посещают мастер-классы ведущих педагогов страны [5].

Культуротворческие технологии внедрены практически в каждый этап функционирования оркестра. Взаимодействуя с наставниками, участники осваивают ценности музыкального искусства, воспроизводя классические и современные академические произведения. Данные механизмы напрямую способствуют творческой самореализации исполнителей и росту их профессионального мастерства. На основе анализа можно полагать, что «Сибирский юношеский оркестр» является системным примером культуротворческой практики, создающей уникальную развивающую среду. Но данный проект, по большей части, решает проблему профориентации и профадаптации молодых исполнителей в области академической музыки.

Важной составляющей является привлечение слушательской аудитории и насыщение рынка разножанровыми музыкальными проектами. Выявленные в

ходе анализа проблемы локальной музыкальной среды Красноярска обусловили необходимость разработки прикладного проектного решения – музыкальной лаборатории «Саунд.чек».

Данный проект решает ряд проблем, выявленных в ходе работы, а именно:

- методологическое несовершенство молодежных музыкальных инициатив, выражающееся в неэффективном использовании культуротворческих технологий;
- стагнация музыкального рынка из-за зацикленности молодежи на кавер-контенте;
- низкий уровень мотивации молодых авторов к созданию самодеятельного оригинального продукта.

Проект предполагает групповые формы работы, основанные на культуротворческих технологиях: от аналитического освоения культурного продукта до создания и презентации собственного музыкального произведения.

Лаборатория может быть открыта на базе молодёжного центра «Новые имена». Целевую аудиторию составят молодые музыканты и слушатели, представляющие городской уровень музыкальной культуры. Программа рассчитана на работу в группах по 10–15 человек и включает востребованные форматы: музыкальные дискуссии, практикумы с экспертами, воркшопы и лабораторные репетиции. Предлагаемый интенсив ориентирован на коллективное взаимодействие с ведущими специалистами индустрии и создание совместных творческих коллабораций в Красноярске. Реализация принципов наставничества позволит повысить качество локального музыкального материала и выстроить систему целенаправленного сотрудничества участников.

Функционируя в режиме регулярных мастерских, проектных встреч и практических обменов, музыкальная лаборатория «Саунд.чек» способна стать мощным импульсом для профессионального роста авторов и качественного развития музыкальной культуры молодёжи Красноярска.

Музыка составляет значительную часть культуры человека и региона, являясь не только средством самореализации, но и досуга. Участниками этих процессов являются музыканты, слушатели и различные творческие формирования. Результатом их совместной работы могут стать самые разнообразные проекты, музыкальные произведения и мероприятия. Очень важно выстроить эффективное взаимодействие между всеми участниками музыкальной культуры, что будет способствовать гармоничному развитию не только каждого представителя, но и музыкальной культуры в целом. Обозначенные векторы анализа не являются исчерпывающими, однако обладают несомненной исследовательской перспективой, открывая новые подходы к изучению современной городской культуры.

Список литературы

1. Абдулаева М. Ш., Керимханова Н.М. Музыкальная культура: содержание и структура в культурном пространстве региона // Культура и цивилизация. 2019. Том 9. № 2А. С. 248-255.

2. Гаврилова Л. В. Страницы истории музыкальной культуры Красноярска. – Красноярск: Краснояр. краев. научно-учеб. центр кадров культуры, 2013. – 126 с.

3. Гавришева, А. С. Музыкальная культура как средство воспитания молодежи / А. С. Гавришева, А. А. Планида // Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXXIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 февраля 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 171-174.

4. Камалова, Г. Р. Роль музыкально-просветительской деятельности студента музыканта-исполнителя в повышении качества досуга личности / Г. Р. Камалова // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. – 2021. – № 2. С. 90-98.

5. Тислянкова В. И. Сибирский юношеский оркестр как платформа для профессионального становления творческих кадров: практика межрегионального и межвузовского взаимодействия // Разработка и реализация проектов в сфере культуры, творчества и креативных индустрий в системе высшего образования: материалы конференции.– 2025. – С.2012-216

DOI 10.34660/INF.2026.37.29.062

“ИНФЕРНО” ДАНТЕ АЛИГЬЕРИ: ОБРАЗ АДА И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ В ЛИТЕРАТУРЕ И КИНЕМАТОГРАФЕ

Романчук Любовь Анатольевна
кандидат филологических наук
Союз российских писателей
Дябина Владислава Николаевна
Единый научно-исследовательский и проектный институт пространственного планирования Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. *Анализируется принципиальное отличие дантова ада от традиционного представления о преисподней. Исследуется связь дантова пространства с античными представлениями о подземном мире, средневековой христианской эсхатологией и последующими литературными моделями ада. В заключительной части рассматривается рецепция “Божественной комедии” в современной культуре. Особое внимание уделяется проблеме экранизации: при переносе поэмы на экран сложная система аллегорий и нравственных соответствий часто уступает место зрелищному образу фантастической преисподней.*

Ключевые слова: *Данте, “Божественная комедия”, Инферно, Люцифер, Сатана, космология, грех, наказание, contrapasso, экранизация.*

Вступление

“Божественная комедия” Данте Алигьери является одним из наиболее значительных произведений европейской литературы, в котором представление о загробном мире получает целостное художественное, философское и богословское воплощение. Поэма объединяет традицию средневековых видений, христианскую эсхатологию, античную мифологию, средневековую космологию и индивидуальное поэтическое осмысление человеческого существования.

Особое место в произведении занимает первая часть – “Инферно”. Данте создаёт подробную модель преисподней, представленную как пространство последовательного нисхождения. В отличие от многих средневековых видений, “Божественная комедия” не является исключительно назидательным описанием загробной участи человека. Путешествие Данте становится способом исследо-

вания самого человеческого сознания, его страстей, слабостей, стремления к власти, любви, познанию и разрушению. Поэтому Ад в поэме представляет собой не только потустороннюю географию, но и своеобразную модель человеческого мира.

Существенное место в этой модели занимает образ дьявола. При этом Данте не представляет сатану как независимого царя преисподней. Напротив, Люцифер оказывается в самом центре адского пространства, скованным льдом. Его положение подчёркивает парадоксальную природу зла: стремление к абсолютной независимости от Бога приводит не к свободе, а к предельному плену.

Античные реки подземного мира, мифологические существа, христианская идея посмертного воздаяния и средневековая геоцентрическая модель Вселенной соединяются у Данте в уникальную художественную систему, которая впоследствии оказала огромное влияние на литературу и изобразительную культуру.

Актуальность исследования определяется устойчивостью дантовой модели ада в европейской культуре. Созданный в начале XIV века образ преисподней продолжает существовать далеко за пределами первоначального богословского и литературного контекста.

Особенно показательна трансформация отношения к аду Данте в последующей культуре. Если у Данте пространство преисподней является частью единой христианской картины мира и подчинено строгой нравственной логике, то в более поздней литературе и массовой культуре оно всё чаще становится самостоятельным художественным пространством.

Дантовы круги ада, демоны, Люцифер, система наказаний и путешествие человека через преисподнюю оказываются востребованы авторами, работающими в самых разных жанрах – от философской и религиозной литературы до исторического романа, мистики, хоррора, фэнтези, компьютерных игр и кинематографа.

Особую актуальность приобретает проблема утраты или изменения первоначального смысла при переходе произведения из одной культурной среды в другую. Современная экранизация может сохранить внешнюю фабулу, но существенно изменить философскую и богословскую функцию образов. В результате Ад Данте нередко превращается из нравственной модели мироздания в зрелищное пространство монстров, мучений и фантастических ландшафтов. Таким образом, исследование позволяет проследить не только особенности самого дантова текста, но и механизм культурной трансформации одного из наиболее устойчивых образов европейской культуры.

Целью работы является исследование художественной модели ада, созданной Данте Алигьери в “Инферно”, определение её связи с античной, христианской и средневековой традициями и анализ трансформации дантова образа преисподней в последующей литературе и кинематографе.

Методологическую основу составили:

– историко-культурный метод, позволяющий рассматривать “Божественную комедию” в контексте средневековых представлений о загробном мире, христианской эсхатологии и средневековой космологии;

– сравнительно-типологический метод – при сопоставлении дантова ада с античными представлениями о царстве мёртвых, а также с последующими литературными моделями преисподней;

– мифопоэтический метод – для анализа античных персонажей, рек, чудовищ и мифологических мотивов, переосмысленных Данте;

– структурно-семиотический метод – для представления пространственной организации ада как системы символических и нравственных соответствий;

– рецептивный метод – для анализа того, каким образом образы Данте изменяются при их переходе в литературу, кинематограф и современную массовую культуру.

Краткий обзор литературы

Научная литература, использованная в статье, включает несколько взаимосвязанных направлений.

Первое составляют исследования Данте и его эпохи. Работы М. Ватсона, И. Голенищева-Кутузова, Р. Хлодовского, Н. Елиной и других исследователей позволяют рассматривать поэму в историческом и литературном контексте.

Второе направление связано с изучением средневековой культуры и загробного мира. Здесь существенное значение имеют труды А. Гуревича, Й. Хёйзинги, О. Ивика, В. Петрухина, а также исследования истории христианских представлений о Сатане и Люцифере Дж. Рассела и Г. Келли.

Третью группу составляют работы, посвящённые эзотерическому и символическому прочтению Данте, в частности исследование Рене Генона “Эзотеризм Данте”.

Отдельное направление образуют исследования литературной рецепции Данте. В статье привлекаются произведения и интерпретации, демонстрирующие дальнейшую судьбу Дантова ада и его образов, а также произведения, в которых мотивы “Божественной комедии” получают современные жанровые и сюжетные переосмысления.

Также рассматриваются различные экранные обращения к Данте, включая проекты, непосредственно использующие структуру “Инферно”.

Таким образом, библиографическая база статьи объединяет исследования Данте, историю религиозных представлений о загробном мире, демонологию, литературную рецепцию и современные экранные интерпретации.

Научная новизна работы заключается в комплексном рассмотрении дантова ада как одновременно космологической, этической и художественной модели, а также в прослеживании изменения этой модели в последующей культуре. В отличие от подхода, при котором “Инферно” рассматривается преимущественно

как описание средневековой преисподней, в работе акцентируется двойственная природа дантова пространства: Ад является одновременно частью загробной космологии и пространственным воплощением человеческих страстей и нравственных состояний.

На материале рассмотренных экранизаций показано, что результатом такой трансформации становится переход от Ада как этико-космологической модели мироздания к Аду как самостоятельному визуальному пространству фантастического, хоррорного или приключенческого повествования.

1. Путеводитель

“Божественная комедия” ... является комплексом мистических поэм, в которых Дьявол редко появляется “на подмостках”, но предстаёт в виде могущественной силы, действующей и в аду, и на земле” [25, с.233].

Свою “Комедию” (слово “Божественная” прибавилось потом) Алигьери Данте (Дуранте) писал в изгнании, начавшемся в 1302 году после победы во Флоренции Чёрных гвельфов. Вся поэма пронизана числовой символикой: в ней 3 части: по 33 песни в “Чистилище” и “Раю” и 34 – в “Аду”, написанных терцинами; в аду 9 кругов (три по три), VII круг разделён на 3 пояса; у чистилища 7 отсеков, у рая 9 сфер. Сам поэт получает трёх проводников по потустороннему миру – поэта Вергилия, возлюбленную Беатриче и философа-мистика Бернарда Клервосского.

В своём роде поэму Данте можно назвать путеводителем по загробному миру. Однако, в отличие от ряда древних и средневековых погребальных и эсхатологических текстов, она не содержит практических наставлений, предназначенных для непосредственного прохождения человеком посмертного пути[1]. Данте не даёт читателю инструкций о том, как вести себя после смерти или каким образом преодолеть опасности загробного мира. Его задача иная: через художественное изображение путешествия по Аду, Чистилищу и Раю показать устройство потустороннего мира, природу греха, последствия человеческих поступков и возможность духовного преображения.

Дантов ад отличается от христианского канона, разработанного Августином Блаженным.

Во-первых, целью средневековых “видений” было повернуть взор человека от мирской суеты к загробным мыслям и путём устрашения отвратить от греха. Цель Данте противоположная.

[1] “Бардо Тхёдол”, написанная в VIII веке гуру буддийской тантры Падмасамбхавой (буквально “рождённый из лотоса”), описывает психические состояния (бардо), через которые проходит сознание человека с момента умирания и смерти до очередного воплощения в новой форме, и даёт рекомендации, как лучше преодолеть каждый этап. Древнеегипетская “Книга мёртвых” – это список религиозных гимнов, который помещали в гробницу, чтобы помочь умершему одолеть опасности, подстерегающие его в потустороннем мире.

Во-вторых, странствие по его преисподней – это путешествие по человеческой душе и её страстям, которые не утихают даже в аду, где добро состоит в том, чтобы не чувствовать сострадания к наказуемым:

"Здесь жив к добру тот, в ком оно мертво.

Не те ли всех тяжеле виноваты,

Кто ропщет, если судьи божество?" [10, с.158].

В-третьих, это не боговдохновенный текст, подобно откровениям пророка Даниила и апостола Иоанна Богослова, которым было дано видение Страшного суда, а попытка выразить духовное прозрение обычного человека, определив закон, по которому движется мир и по которому движется зло в этом мире.

Кангранде делла Скала (правитель Вероны), поэт Саверио Беттинелли и философ Франсуа-Мари Вольтер считали поэму вульгарной. Поэт Уолтер Сэвидж Лэндор в книге "Пентамерон и Пентаголия" (1837) со слов Мэтью Пёрла назвал её омерзительной:

"Что за ненависть к человеческой расе! Что за ликующая насмешка над вечным и неумолимым страданием! Читая, мы зажимаем ноздри, мы затыкаем уши. Встречал ли кто-либо когда-либо прежде столь много собранной вместе невыносимой вони, грязи, экскрементов, крови, увечий, воплей боли, мифических чудовищ воздаяния? Мне остаётся лишь утверждать, что никто никогда не писал более аморальной и нечестивой книги" [21, с.53].

Другие относили её к разряду священных книг [7, с.67].

По мнению Самаэля Веора, это "инициатический и эзотерический текст, понимают который лишь несколько человек" [5, с.60].

Герой Данте – поэт, а не апостол, пророк или святой. Потому и его проводником в аду тоже стал поэт (а не отцы церкви или ангелы). По раю же его водила жена ростовщика и дочка Фолко Портинари Беатриче, умершая в 1290 году в возрасте 24-х лет.

Но нас интересует ад. И потому, затаив дыхание, начнём спуск в его мрачные глубины.

2. Космология

*"*Структура данного произведения сама по себе является частичным повторением структуры мифа об Орфее и Эвридике: поэт, сопровождаемый проводником, спускается в царство мёртвых к безвременно ушедшей возлюбленной*"* [2, с.38].

Фабула поэмы в целом воспроизводит схему средневековых видений, в которых ангел проводит визионера по аду и раю, показывая, что его ждёт в случае тех или иных прегрешений. Схожие картины рая и ада дал исламский философ-суфий Ибн Араби в "Мекканских откровениях" (1203-1240). Но плагиат исключён: Данте не знал арабского. Полностью откровения Абенараби издали лишь в 1859 году в Каире, а в 2019-2020 годах вышли 3 тома английского перевода Эрика Уинкела.

Топография дантова ада заимствована у античных авторов. Но. Гарпии в лесу самоубийц, фурии на стенах Дита – художественные находки самого Данте.

В Ветхом Завете мир мёртвых не образует независимого царства зла: он, как жизнь и смерть вообще, находится под верховной властью Яхве.

“Господь умерщвляет и оживляет, низводит в преисподнюю и возводит” (1Цар. 2:6), говорится в песне пророчицы Анны, матери Самуила.

В классической христианской традиции ад понимается как установленное Богом окончательное воздаяние, предназначенное прежде всего для дьявола и падших ангелов: в Евангелии говорится об “огне вечном, уготованном диаволу и ангелам его” (Мтф. 25:41). После суда той же участи подвергаются люди, окончательно отвергшие Бога и не примирившиеся с Ним. Писание, без подробностей, говорит о низвержении сатаны с небес на землю (Иез. 28:12-17; Ис. 14:11-15; Лука 10:18; 2Петр. 2:4; Посл. Иуды 1:6; Откр. 12:9). А куда он упал и что с ним стало дальше, остаётся за скобками.

У Мильтона Ад – уготованная Богом для падших ангелов темница, расположенная за пределами упорядоченного мироздания, у бездны Хаоса. Это бесплодное, объятое пламенем пространство “видимой тьмы”. Сатана же пытается превратить место наказания в подобие собственного царства. Под его властью падшие ангелы осваивают адские недра и возводят Пандемониум – столицу демонической державы, задуманную Маммоном и построенную под руководством Мульцибера [19, с.25, 43-45].

В космологии Данте Ад образовался вследствие падения Люцифера. Низвергнутый с неба, он обрушился на Землю со стороны Южного полушария, достиг её центра и, продолбив воронку, застрял в вечных льдах. Образовавшаяся полость стала адской обителью, ждущей грешников, которые ещё не родились, поскольку планета была безжизненной. В XXXIV песне говорится об отступлении земли от падающего Люцифера и происхождении горы Чистилища. Образно говоря, принявшая на себя удар падшего ангела земная кора закрыла основание конусообразной воронкой, вспучившись горой Голгофой (от арамейского– “череп”), а с противоположной стороны – горой Чистилища. Вход в адское подземелье остался у края углубления, на территории будущей Италии.

То есть, ад образован вроде бы спонтанно, но тот факт, что Люцифер в нём заключён в ледяной плен и обездвижен, склоняет нас к тому, что сатана упал именно туда, куда ему подстелил Господь. Более того, взмахами собственных крыльев он порождает ветер, замораживающий окружающее его озеро, и тем самым сам поддерживает свою темницу. Иными словами, если падение Люцифера образовало ад физически, то божественная справедливость превратила возникшую бездну в заранее предопределённое место его вечного наказания.

В православном вероучении Бог не создавал ада. Как пишет Исаак Сирин:

“Грех, геенна и смерть вовсе не существуют у Бога, ибо они являются действиями, а не сущностями” (цит. по [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, гл. “Ложь ада”]).

Поэтому, по мнению Александра Ткаченко, “горделивые слова над входом в ад, описанный Данте, могли быть нацарапаны только самим дьяволом, для которого клевета на Бога – привычное занятие” [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Но это к слову.

Ещё одно отличие. В канонической христианской традиции сатана после своего падения не становится владыкой ада. Он действует в земном мире как искуситель, обвинитель и предводитель падших духов, тогда как ад предназначен для его окончательного наказания. Представление о сатане как царе преисподней сформировалось позднее – в апокрифах, средневековой демонологии, фольклоре и литературе, где его власть над демонами постепенно была перенесена и на само пространство ада. В “Евангелии от Никодима” бог подземного царства мёртвых Аид, персонифицированный владыка подземного царства мёртвых, по повелению Христа принимает Сатану под свою власть и должен удерживать его до второго пришествия (гл. VI:22 – VII:23). Данте отождествляет Аида (Дита) с Люцифером/Вельзевулом и тем снимает проблему.

Потусторонняя вселенная Данте в основных чертах соответствует средневековой геоцентрической космологии, восходящей к системе Птолемея. В её основе лежит Земля, неподвижно находящаяся в центре мироздания и окружённая концентрическими небесными сферами. Вокруг неё последовательно располагаются сферы Луны, Меркурия, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна, за которыми следуют сфера неподвижных звёзд и primum mobile – Перводвигатель, сообщающий движение всему небесному миру. За пределами видимой Вселенной находится Эмпирей – область божественного присутствия, пребывающая вне пространства и времени, где пребывают Бог, ангелы и блаженные души. Под поверхностью Земли, в её недрах, располагается Ад, представляющий собой сужающуюся к центру воронку [25, с.235-236].

Средневековая космология строилась на принципе строгой симметрии мироздания: восхождение к Богу мыслилось как последовательное прохождение небесных сфер, тогда как удаление от Него – как нисхождение в глубины преисподней. Эта идея пространственного соответствия получила у Данте наглядное воплощение. Концентрические круги сужающейся адской воронки – это перевёрнутая тень небесных сфер, напоминающая грешникам то, что они навек утратили. Праведные души притягиваются вверх, к свету и Богу, а грешных тянут вниз их грехи. Чем больший грех, тем ниже они падают. Дна низшей материальности достигает лишь Люцифер с тремя предателями. Больше опускаться некуда. Это предел, абсолют Ничто.

В аду Данте текут реки античного Аида*:*

– Ахерон (“река скорби”) опоясывает первый круг;

– Стикс (“ненавистная”, “чудовище”) образует стигийские болота вокруг города Дит над пропастью нижнего Ада;

– Флегетон (“жгучий”) представляет кольцеобразную реку кипящей крови, пересекающую лес самоубийц и пустыню, откуда водопадом низвергается вглубь, чтобы в центре Земли превратиться в ледяное озеро Коцит [20, с.51, 469].

Все они питаются слезами Критского Старца, стоящего внутри горы Иды. Его образ отсылает к истукану из сна вавилонского царя Навуходоносора (Дан. 2:31-33). Как и тот, старец составлен из разных материалов (золотая голова, серебряные грудь и руки, медное туловище, железные ноги и глиняная правая стопа), символизируя моральное и духовное падение человечества [10, с.135].

По мнению дантоведов, он олицетворяет смену земных царств или эпох в истории человечества, а также символизирует связь падшего человечества с Люцифером [7, гл. 19].

В линейном аду Мильтона – дикость и хаос. Его мрачность разбавляет лишь роскошный чертог Пандемониум “блистательной столицы Сатаны и Аггелов его” [19, с.25, 44].

Дантов ад строго структурирован и разделён на круги, в каждом из которых действуют свои законы воздаяния. Гигантский конус, насаженный на жерло, унизан смертоносными жерновами, а склоны опоясаны девятью концентрическими уступами (тёмными аналогами сфер).

Девятка – три по три (цифры Бога) – символ совершенства. Ад практически воспроизводит божескую гармонию, но в пародийном контексте. Он по-своему совершенен, но бесчеловечен и безбожен. В дантовой преисподней сатана скован подобно тому, как связал его Аид по наказу сошедшего в ад Христа. Никакого личного дворца, возможности собирать демонов на собрания и пылких речей, как у Мильтона. Почти полная обездвиженность, темнота и забвение.

“Всякое движение, изображаемое в “Комедии”, вертикализировано: кручи и провалы адской бездны, падение тел, влекомых тяжестью грехов, жесты и взгляды, самый словарь Данте – всё привлекает внимание к категориям “верха” и “низа”, к полярным переходам от возвышенного к низменному” [9, с.68], пишет Арон Гуревич.

У Сергея Аверинцева читаем: “Систематизированная “модель” ада в “Божественной комедии” со всеми её компонентами – чёткой последовательностью девяти кругов, дающей “опрокинутый”, негативный образ небесной иерархии, обстоятельной классификацией разрядов грешников, логико-аллегорической связью между образом вины и образом кары, наглядной детализацией картин отчаяния мучимых и палаческой грубостью бесов – представляет собой гениальное поэтическое обобщение и преобразование средневековых представлений об аде” [1, с.9-10].

По мнению Дж. Рассела, "физическая вселенная в "Божественной комедии" является метафорой этического космоса и ничем иным" [25, с.233-234].

Ну а теперь перенесёмся в тот судьбоносный момент, когда Данте с Вергилием готовятся переступить запретную черту.

Поэт смотрит на начертанную над вратами надпись "Lasciate ogne speranza, voi ch'entrate" и, подбадриваемый своим вожатым, делает шаг вниз. И, едва переступив порог, попадает в область кромешной тьмы, в которой слышны плач, стоны и крики:

"Обрывки всех наречий, ропот дикий,
Слова, в которых боль, и гнев, и страх
Плесканье рук, и жалобы, и всклики
Сливались в гул, без времени, в веках,
кружащихся во мгле неозарённой,
Как бурным вихрем возмущённый прах" [10, с.86].

Пространство "ничтожных" расположено между вратами и первым кругом, куда путники попадают после переправы через Ахерон. Там, как поясняет Вергилий, терпят наказание "жалкие души" тех, кто при жизни ничем себя не проявил и не сделал нравственного выбора. Участь "ничтожных" разделяют и ангелы, воздержавшиеся принять чью-либо сторону во время восстания Люцифера. Они влачат убогое существование, терзаемые укусами ос и слепней.

3. Адская спираль

"И смертный час для них не достижим,
И эта жизнь настолько нестерпима,
Что всё другое было б легче им" [10, с.87].

Миновав преддверие ада, Данте со своим проводником начинают спуск по жерлу, каждый отсек которого отведён конкретным типам постояльцев:

– в I круге томятся некрещёные, однако не грешники, а также сонм знаменитых мужей (Лимб);

– во II круге сладострастники кружатся в адском вихре (в "Сновидении Сципиона" Марка Тулия Цицерона души людей, предававшихся в земной жизни чувственным наслаждениям, тоже носятся, "*выйдя из их тел, вокруг самой Земли*" [31, с.88]);

– в III круге чревоугодники, погружённые в пропитанную смрадом топь, гниют под вечным дождём;

– в IV круге скупцы и расточители перетаскивают огромные тяжести;

– в V круге гневные утопают в Стигийском болоте.

Нижний Ад за стенами Дита охватывает VI–IX круги. В VI круге в раскалённых могилах лежат еретики. А спуск в VII круг, где караются виновные в насилии, стережёт Минотавр. VII круг, в свою очередь, разделён на три пояса:

– в первом терпят муки убийцы, громилы и разбойники, погружённые в кипящий кровавый поток, из которого им не дают выбраться кентавры;

– во втором игроков и мотов загоняют гончие псы, а самоубийцы обретают облик ядовитых деревьев;

– в третьем содомиты, лихоимцы, богохульники изнывают в пустыне под пламенным дождём.

В десяти Злых Щелях или рвах VIII круга города Дит, самой отталкивающей части инферно, караются обманувшие недоверившихся: сводники, обольстители, льстецы, святокупцы, прорицатели, мздоимцы, лицемеры, воры, души лукавых советчиков, зачинщики раздора, фальшивомонетчики и обманщики.

В центре Злых щелей зияет колодец, на его дне – последний IX круг ада. Это ледяное озеро Коцит, охраняемое гигантами. Там казнятся обманувшие доверившихся, то бишь предатели. В Кайне (по имени убийцы брата Авеля) страдают предатели родных. В Антеноре (от имени троянского вождя-изменника) терзаются предатели родины. В Толомее (от Птоломея, наместника в Иерихоне, вероломно убившего на пиру своего тестя, князя-первосвященника Иудеи и двух его сыновей) казнятся предатели друзей. А в поясе Джудекка (от имени Иуды) мучаются предатели благодетелей [14, с.593], [4, гл. IV], [6].

Посреди колодезного дна вмёрзший в льдину Дит терзает в трёх пастях Иуду, Брута и Кассия и не похож на владыку преисподней.

В Колодце Гигантов терпят муки титаны (Зевс сбросил их в преисподнюю за покушение на его власть). Данте интерпретирует этот мотив в христианском ключе как наказание за гордыню и восстание против Бога. Среди заключённых – Немврод, ветхозаветный царь и внук Хама (Быт. 10:6-8), которого предание, зафиксированное Иосифом Флавием в “Иудейских древностях” (кн. 1, гл. 4), связывает со строительством Вавилонской башни – символа человеческой надменности. Его речь – бессмысленный набор звуков, что отражает наказание за попытку бросить вызов Богу [10, с.208].

В каждом круге ада присутствуют аватары Люцифера – демоны, в которых христианство превратило персонажей античного аида: перевозчик душ Харон, судья Минос, страж Цербер, кентавры, Минотавр, Плутос, Флегий, Фурии и Медуза, Герион и прочие.

Ольга Колобова и Валерий Иванов, пишущие под псевдонимом Олег Ивик, приводят любопытные подсчёты:

“При описании Щелей мы впервые встречаем у Данте точное указание на размеры территории. Вергилий говорит, что длина окружности девятой щели – 22 мили (Вергилий, очевидно, пользовался римской милей, равной 1481,5 м; при этом он имел в виду внешнюю окружность щели). Это значит, что её диаметр (с учетом лежащей внутри десятой щели и Колодца) – около 7 миль. Внутри неё лежит десятая щель, о которой один из обитателей сообщил, что её круговая длина – 11 миль, а ширина кольца – полмили … Несложный расчёт показывает, что диаметр Коцита (по крайней мере, той его части, которая совмещается с

Колодцем) – не больше трёх миль, а скорее всего, меньше, поскольку Колодец, вероятно, сужается книзу" [12].

Какое это имеет значение, непонятно.

Суть архитектоники дантовой преисподней великолепно передал Джеффри Рассел:

"Каждый круг ада предстаёт перед спускающимся всё более узким и тёмным. В этом направлении нельзя найти ничего, ничего в прямом смысле слова: только тишину, недостаток, лишённость и пустоту. Бог раскрывается в других, он есть бытие и свет. Сатана же сосредоточен на себе, он есть ничто, ненависть, темнота и отчаяние. Его одиночество резко контрастирует с той общиной любви, к которой Бог соединяет нас с появлением Вифлеемской звезды. С одной стороны, такая система ставит в центр вселенной скорее Дьявола, а не Бога. Однако по сути, Данте хотя здесь и не может выразить свою мысль в пространственных терминах, но он имеет в виду, что Бог располагается в моральном центре космоса. Он берёт на себя задачу показать, что такой центр вообще не расположен в пространстве или времени. У него нет места или полюса; небеса – в уме Бога, и никаком другом "месте", и там всякое время есть настоящее, там совмещаются всякое "где" и всякое "когда" [25, с.235-236].

И дальше:

"Пафос и ужас образа Сатаны у Данте в том, что он навеки ослеплён и не увидит этого света, что он изолирован от божьей любви.

Данте связывал проблему географического положения Сатаны в центре вселенной с физикой Аристотеля, в которой каждая вещь во вселенной ищет своё природное место. Движение выше сферы луны является криволинейным, орбитальным. Движение внутри этой сферы, то есть на земле и под землёй – прямолинейное. При этом природное движение огня – вверх, а воды – вниз.

Если эту физическую систему транслировать в этические термины, то получится, что любовь естественным образом поднимает вверх, в то время как грех естественным образом тянет вниз ... Центр земли является точкой, куда падает всё греховное и тяжкое" [25, с.236-237].

Это самый низ ада, его предельная точка, в которой Дит/Люцифер застрял подобно пробке, закупорившей отверстие бутылкообразной воронки, где останавливается время, а пространство сворачивается в ледяную неподвижную массу колоссальной плотности.

Дьявол там "предстаёт как масса мёртвой материи. Теологи утверждали, что ангелы остались ангелами и после своего падения. Данте же представляет нам Сатану во плоти: как полную противоположность духу и как подражателя подлинному воплощению Христа. Создавая образ Сатаны, наделённого косматым звериным телом, почти приближающимся к чистой материи, Данте использовал христианскую и платоническую традицию, согласно которой чистая материя дальше всего отстоит от Бога и ближе всего к небытию" [25, с.240].

4. ***Дантовы ловушки***

“...мы обязаны расположить девять кругов Данте именно под эпидермисом Земли, внутри того планетарного организма, на котором мы живём ... эти девять кругов сходятся с девятью природными инфраизмерениями” [5, с.9].

Соответствуя в целом католической доктрине, дантова преисподняя имеет свои нюансы.

1. Утрата облика.

В гомеровской “Одиссее” сущность человека ослабевает (истаивает) в зависимости от времени пребывания среди мёртвых, превращаясь постепенно в бесплотные тени, лишённые речи и псюхе (разума и памяти).

В дантовом аду сущность человека меняется в зависимости от его греха, а не времени пребывания в преисподней. По мере приближения к Диту вид грешников всё более расчеловечивается. Философ и литературный критик XIX века Франческо де Санктис на лекциях по курсу Данте, изданных в Турине в 1955 году, говорил: “человеческий облик исчезает: вместо него – карикатура, непристойно исковерканные тела” (цит. по [8, с.64]).

Илья Голенищев-Кутузов конкретизировал:

“Гневные, погружённые в Стигийское болото, ещё не совсем утратили человеческий облик. В граде Дите грешники лежат в каменных гробах, но восстают и предрекают будущее, сохранив всю страстность живых. Античные кентавры терзают обитателей верхних кругов; они превращаются в деревья, источающие кровь, шествуют под вечным огненным дождём, но способны мыслью переноситься в прошлое, рассказывать о своей земной судьбе” [7, с.7].

Спуск в ад – это падение в царство бездуховной материи. Центр мироздания, совпадающий с центром Земли, скован льдами. Зло размещено в средоточии тяжести вселенной и полностью обездвижено. В “Раю” тоже истаивает бытийность тел, но там она растворяется в божественном свете соединения [11, с.85].

2. Неотвратимость наказаний.

Каждый грех чётко привязан к определённому кругу, а вся механика гигантской машины возмездия отлажена до совершенства. Избежать кары хотя бы на время, поменять судьбу невозможно. За исполнением наказаний неукоснительно следят стражи: бесы, кентавры, гиганты и прочие гады.

Надпись над вратами в ад (песнь III, 9) гласит:

“Per me si va ne la cittá dolente, per me si va ne l’etterno dolore, per me si va tra la perduta gente Giustizia mosse il mio alto fattore; fecemi la divina podestate, la somma sapienza e 'l primo amore. Dinanzi a me non fuor cose create se non etterne, e io etterno duro. Lasciate ogne speranza, voi ch'intrate”.	***“Я увожу к отверженным селеньям, Я увожу сквозь вековечный стон, Я увожу к погибшим поколеньям, Был правдою мой зодчий вдохновлён ... Древней меня лишь вечные созданья, И с вечностью пребуду наравне. Входящие, оставьте упованья”* **[10, с.86]**

Ад предстаёт живой самоорганизованной субстанцией.

3. Преемственность земной и загробной жизни.

Загробный мир не противопоставлен земной жизни, а оказывается её продолжением: те же страсти, побуждения и нравственные установки, определявшие поведение человека при жизни, сохраняются и после смерти, раскрываясь уже в своей предельной, обнажённой сущности. Смерть не отменяет внутреннюю природу личности, а лишь окончательно выявляет её, делая зримыми те духовные и моральные качества, которые в земной жизни могли оставаться скрытыми или смягчёнными.

4. Сопереживание мучимым.

Поэт чтит высшее правосудие, обрёкшее грешников на муки, но не отказывает себе в праве на собственную оценку приговора и личное отношение к мученикам, даже если оно противоречит нормам средневековой морали. Этим сопереживанием – даже в кругу предателей (самого жуткого, по мнению поэта, греха) – он возвращает человечность грешникам.

5. Уродство.

Все демоны вкупе с Люцифером монструозны. Они, согласно Генри Келли, “кажутся одинаковыми безмозглыми мучителями. Исключением является “чёрный дьявол”, собирающий грешников из Лукки, который выглядит весьма умным, но при этом нет никаких указаний на то, что он стремится уничтожить лукканских грешников, целенаправленно искушая жителей города (Ад 21:29-42)” [13, с.266].

Чёрный дьявол в пятом рве Злых Щелей таскает к чертям мздоимцев, где их варят в смоле, тыча во всплывавшие тела несчастных острыми баграми. А занятые варкой дьяволы, вопреки утверждению Келли, индивидуализированы до такой степени, что имеют имена или клички, какие давались людям низкого происхождения: Тормошило, Забияка, Косокрыл, Боров, Собачий Зуд, Кривляка, Хвостач, Рыжик, Борода, Дракон, Собака.

Грех тоже суть величайшее уродство, окаменение, обморок сознания. Поэтому у казнимых, как и их палачей, тоже отвратительный облик: головы прорица-

телей повёрнуты назад, воры сплавлены со змеями, самоубийцы превращены в ядовитые деревья.

6. Пытки.

В дантовом аду своя система наказаний: кручение и истязание ураганом, удары душ о скалы (II круг); гниение под дождём и градом (III круг); таскание тяжестей (IV круг); драки в болоте Стикса (V круг); поджаривание в раскалённых могилах (VI круг); кипение во рву из раскалённой крови, преследование гарпиями и гончими псами, терзание огненным дождём (VII круг); бичевание бесами, влипание в кал, пытка огнём, кипение в смоле, мучения гадами и превращение в них, потрошение, болезни (VIII круг) и, наконец, вмерзание в лёд (IX круг).

7. Безводие.

Чистой воды (символа жизни, очищения и крещения) в дантовом аду не найти. Только болота, топи, зловонные нечистоты, где караются чревоугодники (III круг), льстецы (2-я щель VIII круга) и гневливые (V круг). Некий мастер Адамо стенает:

"Я утолял все прихоти свои,

А здесь я жажду хоть бы каплю влаги" [10, с.203].

Даже реки, питающие ад – Ахерон, Стикс, Флегетон и Коцит – берут начало от слёз Критского старца, символа распада и скорби человечества. Эти воды – не спасение, а наказание, порождённое человеческим горем и грехом. Недостаток влаги компенсируется обильными слезами наказуемых. Плачет и сам Люцифер. Его слёзы, смешанные с кровью и слюной на подбородке, символизируют кровь, воду и слёзы Христа, пролитые Им на кресте.

8. Флора и фауна.

В аду кое-где произрастает своеобразная "мёртвая" растительность: лес самоубийц из деревьев, точащихся кровью (2-й пояс VII круга) – извращённая пародия на райский сад: вместо цветущих деревьев – страдающие души, заключённые в сухую, корявую древесину, израненную гарпиями. Даже природа становится продолжением кары. Фауну представляют "нечистые животные": змеи, скорпионы, кентавры, пёс Цербер, гончие псы.

9. Топология.

Пространство однотипно в каждом из кругов. Его искусственная усложнённость, в которой без проводника легко заплутать, – мнимая. Вместе с тем это не голые и ровные пустоши, а по-своему очень живописные места, сменяющие друг друга в соответствии с законом кармы.

10. Элементали.

В поэме "О природе" (ок. 450 г. до н.э.) философ и врач Эмпедокл "корнями" (или, в более поздней интерпретации "первоэлементами") мира назвал землю, огонь, воду, воздух (эфир). В основе адской вселенной Данте лежат не гармоничные стихии мира, а шесть трансформированных субстанций, каждая из которых несёт отпечаток греха.

Адский ландшафт на три четверти формирует *камень*, символизирующий отсутствие или же стагнацию жизни и развития. А резкие перепады вертикалей (пропасти – кручи – щели) – неотвратимость наказания и безысходность судьбы, но одновременно и величие ада.

Как напишет Осип Мандельштам, "вся поэма представляет собой ... кристаллографическую фигуру... Она есть строжайшее стереометрическое тело, одно сплошное развитие кристаллографической темы" [17, с.120].

Второй компонент – *огонь*. В третьем поясе VII круга огненный дождь проливается на спины богохульников, содомитов и лихоимцев. В красном городе Дит огни ползут меж ям. В третьем рве VIII круга ("Злые Щели") огонь змеится над ступнями замурованных вверх ногами в каменных скважинах святокупцев. Мздоимцы и взяточники кипят в смоле (5-я щель VIII круга), а еретики лежат в раскалённых могилах (VI круг).

Третий элемент – *лёд*. Он, как и камень, – символ безжизненности, замирания. В ледяное озеро Коцит вмёрз Люцифер (Дит). Если огонь – пусть адское, мучительное, но движение, то лёд – полное застывание, неподвижность, вечный холод.

Четвёртая составляющая – *железо*. Ад – это гигантская кузня. У дьяволов в наличии багры, прутья, крючья, котлы. На лицемеров надеты тяжёлые свинцовые мантии (6-я щель VIII круга). Свинец считали прокажённым золотом, демоническим элементом, алхимики использовали его в опытах с трансмутацией элементов. Он также символизировал колдовство и смерть (в масонской символике свинец, содержащий магическое число протонов, ассоциировался с черепом и костями). По поверьям, в нём заключён демон, владеющий мощной архаичной энергией; попавший под её влияние может лишиться рассудка [26].

Пятый элемент – *кровь*. В реке кипящей кровяной жидкости под бдительным оком кентавров варятся насильники, убийцы и тираны (1-й пояс VII круга). В преисподней растут кровавые деревья. Кровь – символ убийства, преступления.

Шестой элемент – *ветер*: не благородный эфир, а беспорядочное дыхание муки и гнева. В адском вихре во втором круге кружатся сладострастники.

"То адский ветер, отдыха не зная,
Мчит сонмы душ среди окрестной мглы
И мучит их, крутя и истязая" [10, с.95].

В разных кругах преисподней или чистилища ветры нагоняют на грешников то дожди, то огонь.

"*Бес двинул дым и ветер над землёй*" [10, с.246].

"Здесь горный склон – в бушующем огне,
А из обрыва ветер бьёт, взлетая,
И пригибает пламя вновь к стене" [10, с.336].

В вихрях, по поверьям, живут черти, с помощью которых перемещаются по земле и в которых справляют свои свадьбы. В средние века верили, что бурю,

смерч или ураган (ведущий название от ацтекского бога шторма, ветра и грозы Хуракана) вызывает дьявол [22, с.143].

11. Contrapasso (от латинского contra и patior – "страдать противоположным") – "обратное возмездие" или "воздаяние".

При этой каре поражаются те части тела, которые были задействованы в совершении преступлений. Сладострастники осуждены вечно кружить в адском вихре своей страсти (II круг); гневливые погружены в смрадное болото, где ожесточённо борются друг с другом (V круг); тираны барахтаются в кипящей крови, которую сами проливали (1-й пояс VII круга); ростовщики сгибаются под тяжестью навешанных на шеи тяжёлых кошельков (3-й пояс VII круга); у колдунов и прорицателей, как лжецов, головы вывернуты назад (4-я щель VIII круга); на лицемеров надеты свинцовые мантии, позолоченные сверху (6-я щель VIII круга); изменники и предатели подвергнуты пыткам холода, символизирующим их холодные сердца (IX круг) [10, с.364-372]. А святокупцы, по выражению Мэтью Пёрла, "погребены ногами вверх, и деньги, бесчестно накопленные ими в жизни, располагаются под их головами" [21, с.180].

Инферно в представлении флорентинца – это как бы изнанка глубин человеческого подсознания [15, с.249-264], [4, гл. IV], [6].

12. Красота зла.

Йохан Хёйзинга признавал, что "у Данте мрачные и жестокие картины ада сопричастны прекрасному: Фарината и Уголино героичны в своей порочности, а бьющий крылами Люцифер захватывает нас своим величием" [29, с.238].

Мирча Элиаде предполагал (вполне обоснованно), что "Данте написал "Божественную комедию" с целью спасти человека, подводя его к внутреннему преображению не с помощью каких-либо теорий, но устрашая и очаровывая читателя образами Рая и Ада" [32, гл. 34, § 266].

Красота изображённой флорентинцем бездушной, но чётко отлаженной машины – в разнообразии ландшафтов, в неудержимой фантастической смене видов наказаний и обликов населяющих ад существ. Развёртывающаяся перед читателем невиданная фантасмагория, захватывая дух и воображение, делает его невольным соучастником творимого на сцене действа[2].

Поэт, согласно Мэтью Пёрлу, "пишет подобно Рембрандту, погружая кисть в темноту, светом же ему служат отблески адского пламени" [21, с.87].

Как писал в 1908 году Валерий Брюсов:

[2] Эстетизация зла как самостоятельная художественно-философская тенденция оформляется в эпоху предромантизма и романтизма: её теоретические предпосылки Эдмунд Бёрк разработал в трактате "Философское исследование о происхождении наших идей возвышенного и прекрасного" (1757), а парадоксальное художественное воплощение эта тенденция получила в эссе Томаса де Квинси "Убийство как одно из изящных искусств" (1827). Сама же идея "красота зла" формируется в XIX веке вокруг Бодлера.

“Темами своих поэм Бодлер избрал “цветы зла”, но он остался бы самим собой, если бы написал “Цветы добра”. Его внимание привлекало не зло само по себе, но Красота зла и Бесконечность зла” [2, с.87].

Однако более раннюю идейную основу для восприятия зла как эстетически выразительного феномена заложил Данте (рис. 1).

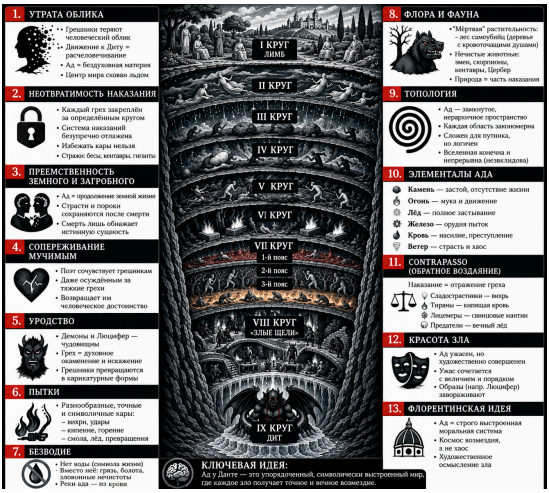


Рис. 1. Особенности дантового ада (авторская разработка)

5. Киноверсии

“Картина Шнабеля основана на нарциссическом романе журналиста Ника Тошеса о себе любимом, принадлежащем к рецидивам усталого постмодернизма. И всё же фильм впечатляет проблесками диковатого величия, присущей Шнабелю – и как художнику, и как режиссёру способностью в погоне за призраком свободы разрушать правила любой игры” [24].

Прямой и точной покадровой экранизации всей поэмы Данте Алигьери “Божественная комедия” не существует, но есть знаменитые адаптации и отдельные части. Они значительно отличаются от литературного оригинала, причём главное различие связано с самим объёмом переносимого на экран произведения.

Полный текст “Божественной комедии” состоит из трёх частей – “Ада”, “Чистилища” и “Рая”, однако кинематограф почти всегда сосредоточивается на первой из них. Причина вполне понятна: именно “Ад” содержит наиболее зре-

лищные и легко визуализируемые образы – чудовищ, демонов, огненные реки, ледяное озеро Коцит, мучения грешников, Миноса, Харона, Цербера и Люцифера. В результате философский замысел Данте – путь человека от заблуждения и греха через очищение к познанию Бога – нередко превращается на экране преимущественно в путешествие по фантастическому потустороннему миру.

Одной из наиболее близких к первоисточнику ранних экранизаций стал итальянский немой фильм "Ад" (1911) Франческо Бертолини, Адольфо Падована и Джузеппе де Лигуоро. Он воспроизводит первую кантику поэмы как последовательность зрелищных сцен путешествия Данте и Вергилия. Однако и здесь речь идёт только об "Аде", а не о всей "Божественной комедии". Кроме того, визуальный мир фильма формировался не только по словесным описаниям Данте: декорации и композиция многих сцен непосредственно ориентировались на знаменитые иллюстрации Гюстава Доре. Поэтому зритель фактически видит Данте уже через посредство художественной традиции XIX века. Картина визуализирует круги ада по Данте с потрясающими для своего времени спецэффектами.

Изменяется и образ самого Данте. В оригинале он прежде всего паломник, наблюдатель и ученик. Он испытывает страх, сострадание, сомнение, ужас, иногда теряет сознание, задаёт Вергилию вопросы и постепенно учится иначе оценивать человеческий грех и божественную справедливость. В более свободных современных интерпретациях Данте может превращаться в активного героя приключенческого произведения – воина, спасителя или человека, ведущего непосредственную борьбу с демонами. Тем самым внутренняя духовная драма заменяется внешним действием.

Особенно далеко от оригинала в этом отношении уходит анимационный фильм "Dante's Inferno: An Animated Epic" (2010). Он представляет Данте как героя, спускающегося через девять кругов Ада ради спасения Беатриче. Однако этот фильм является адаптацией прежде всего одноимённой компьютерной игры, которая, в свою очередь, весьма свободно использует мотивы Данте. В титрах прямо указывается как поэма Данте, так и видеоигра, положенная в основу сценария. В "Божественной комедии" Данте не отправляется в Ад, чтобы физически освободить похищенную Беатриче: она сама имеет важнейшую спасительную функцию и позднее становится его проводником в небесных сферах. Существенно меняется поэтому и образ Беатриче. У Данте Беатриче является одновременно реальным объектом земной любви поэта и сложным богословско-аллегорическим образом – проводником к высшей истине, откровению и Богу. Именно она посылает Вергилия на помощь заблудившемуся Данте, а затем сама ведёт поэта через Рай. В некоторых современных версиях эта символика упрощается: Беатриче становится прежде всего возлюбленной героя, которую необходимо найти, спасти или вернуть.

Ещё сильнее страдает при переносе на экран аллегорическая многослойность произведения. "Божественная комедия" одновременно является рассказом

о фантастическом путешествии, христианским видением загробного мира, моральным трактатом, политическим произведением, философско-богословской поэмой и повествованием о духовном преображении человека. Кино неизбежно конкретизирует то, что у Данте может иметь несколько смыслов одновременно. Лес становится просто лесом, чудовище – видимым чудовищем, круг Ада – определённым физическим пространством. Между тем в поэме за этими образами постоянно скрывается нравственное и богословское значение.

Интересное исключение представляет телевизионный проект Питера Гринуэя и Тома Филлипса "A TV Dante". Авторы не стремились превратить Данте в обычное сюжетное кино: они адаптировали первые восемь песен "Ада", соединяя декламацию текста с многочисленными изображениями, вставками и комментариями современных специалистов. Поэтому эта версия в большей степени пытается показать не только события поэмы, но и сложность содержащихся в ней исторических, естественно-научных и культурных отсылок. Однако даже она охватывает лишь небольшую часть "Ада".

Наконец, значительно отличается сама тональность изображения преисподней**.** Данте описывает страшные мучения, но они подчинены строгой нравственной системе: наказание связано с характером совершённого греха и выражает принцип *contrapasso* – своеобразного соответствия между грехом и посмертным воздаянием. В экранизациях этот принцип часто отходит на второй план, поскольку режиссёров сильнее привлекают монстры, телесные мучения, огонь, кровь и фантастические ландшафты. Ад из модели нравственного мироустройства превращается в пространство хоррора или фэнтези.

Особое место среди современных кинематографических обращений к Данте занимает фильм Джулиана Шнабеля "В руке Данте" (2025), поставленный по одноименному роману американского писателя Ника Тошеса. Фильм использует произведение Данте одновременно как сюжетный объект, культурный символ и основу для параллелей между двумя эпохами.

Действие развивается сразу в двух временных пластах, разделённых приблизительно семью столетиями. В XXI веке писатель Ник Тошес, которого играет Оскар Айзек, оказывается втянут в криминальную историю вокруг рукописи, предположительно представляющей собой подлинный автограф "Божественной комедии". Мафиозный босс привлекает его как знатока Данте для установления подлинности рукописи, после чего поиски и попытка завладеть ею превращаются в опасное путешествие.

Как пишет Александр Цикалов, "поддавшись огромному искушению, главный герой решает бросить вызов мафии и крадёт ценный артефакт, из-за чего ему в дальнейшем приходится пройти метафорический путь в Рай и Ад" [30].

Параллельно фильм переносит зрителя в XIV век и показывает самого Данте, которого также играет Айзек, в период создания его великой поэмы. Причём первая сюжетная линия показана в чёрно-белых тонах, вторая – в цвете.

Путешествие по загробному миру не становится основным сюжетом фильма. “Божественная комедия” существует прежде всего как уже созданное или создаваемое произведение – таинственная рукопись, вокруг которой разворачиваются события спустя семьсот лет. Фильм также вводит совершенно отсутствующий у Данте современный криминальный сюжет: мафиозных боссов, убийц, похищение и попытки аутентификации бесценной рукописи. Ника Тошеса, естественно, нет в поэме Данте; это персонаж, основанный на самом авторе романа. Таким образом, средневековая история и современная криминальная фабула отражают друг друга, но не воспроизводят последовательность событий “Божественной комедии”.

Ещё одно принципиальное нововведение – мотив своеобразного отождествления двух главных героев. Оскар Айзек играет и Данте, и Тошеса, а режиссёр в своём комментарии к фильму прямо говорит об идее, согласно которой современный герой может восприниматься как своего рода новое воплощение Данте. Свободно трактуется и биография поэта. Фильм показывает его как человека, создающего своё произведение: изгнанника, художника, переживающего духовные и творческие сомнения, размышляющего о любви, смерти и возможности приблизиться к божественному. В одной из параллельных линий он стремится завершить “Рай” – таким образом, зритель наблюдает уже не путешествие героя “Божественной комедии”, а воображаемую историю самого автора в процессе её написания.

Если традиционные экранизации пытаются показать Ад, Чистилище или путешествие самого поэта, то Шнабеля интересует иной вопрос: что происходит с великим произведением спустя столетия и каким образом современный человек может заново переживать духовные и творческие проблемы его автора. Средневековый Данте и современный Тошес оказываются своеобразными отражениями друг друга (табл. 1).

Таблица 1
Экранные интерпретации Данте и мотивов “Божественной комедии”

Фильм	Что сохранено из поэмы	Главные отличия от Данте	Образ Данте	Образ Беатриче / смысл
“Ад” (1911) Ф. Бертолини, А. Падована, Дж. де Лигуоро	Путешествие Данте и Вергилия, 9 кругов Ада, многие сцены и персонажи	Экранизирован только “Ад”; визуальный облик сильно опирается на иллюстрации Гюстава Доре, а не только на текст Данте	Паломник и путешественник; образ в целом близок к оригиналу	Сохраняется преимущественно дантовский мир, но отсутствуют Чистилище и Рай

Фильм	Что сохранено из поэмы	Главные отличия от Данте	Образ Данте	Образ Беатриче / смысл
“Dante’s Inferno: An Animated Epic” (2010)	Девять кругов Ада, Данте, Вергилий, Беатриче, мотив загробного путешествия	Основа – компьютерная игра; Данте отправляется в Ад, чтобы спасти Беатриче, чего в поэме нет	Активный герой-воин, сражающийся с демонами, а не паломник и наблюдатель	Беатриче превращается в возлюбленную, которую нужно спасти, теряя сложную богословскую символику
“A TV Dante” П. Гринуэй, Т. Филлипс	Текст и первые 8 песен “Ада”, исторические и культурные контексты	Это не обычный сюжетный фильм: декламация соединена с изображениями, комментариями специалистов и дополнительными материалами; охватывает лишь часть поэмы	Не столько герой действия, сколько автор текста и объект интерпретации	Сохраняется внимание к смысловой и культурной сложности поэмы
“В руке Данте” (2025) Дж. Шнабель	Данте, “*Божественная комедия*”, тема любви, смерти, творчества, духовных поисков	Добавлены XXI век, Ник Тошес, мафия, рукопись и криминальная история. Две эпохи противопоставлены друг другу	Данте показан как автор и изгнанник, создающий поэму; современный Тошес – его своеобразное отражение	Беатриче не является центральной целью спасения; важнее связь Данте, любви и творчества

Источник: разработано авторами

Выводы

Проведённый анализ показывает, что “Инферно” Данте представляет собой значительно более сложную систему, чем простое описание христианского ада. Дантова преисподняя возникает на пересечении античной мифологии, христианской эсхатологии, средневековых видений и представлений о строении Вселенной. Данте использует античный материал, но принципиально переорганизует его. Ахерон, Стикс, Флегетон, Коцит, Харон, Минос и другие персонажи и образы получают новые функции внутри христианской нравственной системы.

В результате античное царство мёртвых превращается в пространство Божественного суда.

Принципиальное значение имеет пространственная организация Ада. Нисхождение по его кругам одновременно является движением к предельным формам нравственного падения. Чем глубже оказывается герой, тем дальше он удаляется от человеческого мира и тем ближе подходит к абсолютному центру зла. При этом Люцифер не становится свободным властителем преисподней. Напротив, он находится в самом центре дантова мироздания, скован льдом. Парадокс заключается в том, что величайший мятеж против Бога завершается величайшей несвободой. Дьявол оказывается не противоположным Богу центром мироздания, а его предельным отрицанием и одновременно пленником установленного порядка.

Автор не ограничивается механическим перечислением наказаний: он создаёт персонажей, чьи истории заставляют читателя эмоционально реагировать на них. Поэтому между богословской логикой воздаяния и человеческим восприятием страдания возникает напряжение, являющееся одним из наиболее значимых художественных эффектов "Инферно".

Последующая судьба "Божественной комедии" показывает, насколько устойчивым оказался созданный Данте образ преисподней. В литературе, кино и массовой культуре его Ад постепенно отделяется от первоначальной богословской системы и превращается в самостоятельный культурный символ. При этом наиболее легко адаптируются зрелищные элементы – демоны, чудовища, круги ада, мучения и фантастическая топография, тогда как философская и теологическая структура произведения часто оказывается сокращённой или переосмысленной.

Что касается экранизаций, то основное различие между поэмой Данте и её экранными воплощениями состоит не просто в сокращении сюжета. У Данте путешествие по загробному миру является прежде всего путешествием сознания – от духовного кризиса через познание природы греха и очищение к постижению высшей истины. Кинематограф же чаще превращает эту внутреннюю и богословскую драму в зримо представленное путешествие по фантастическим мирам. Именно поэтому наиболее эффектная часть поэмы – "Ад" – получила множество экранных интерпретаций, тогда как значительно более отвлечённые и теологически сложные "Чистилище" и особенно "Рай" экранизируются гораздо реже.

Список литературы

1. Аверинцев С. Ад // Мифологический словарь (А. Аншба, Е. Мелетинский). – Москва: Советская энциклопедия, 1990. – С.9-10.

2. Болнова Е. Рецепция мифа об Орфее в литературе серебряного века: Дис. … канд. филол. н. – Нижний Новгород, 2017. – 283 с.

3. Брюсов В. Предисловие // Бодлэр Ш. Цветы зла (пер. с фр. Эллиса [Л. Л. Кобылинского]). – Москва: Изд-во "Заратустра", 1908. – С.3-9.

4. Ватсон М. Данте. Его жизнь и литературная деятельность. – СПб.: Изд-во Ф. Павленкова, 1902. – 90 с.

5. Веор С. Принципы современного гностицизма. Да, существует Ад, Да, существует Дьявол, Да, существует Карма (пер. с исп. AGEAC). – Москва: Амрита, 2013. – 288 с.

6. Генон Р. Эзотеризм Данте (пер. с фр. Т. Любимовой) // "Философские науки". – 1991. – № 8. – С.132-170.

7. Голенищев-Кутузов И. Данте. – Москва: Мол. гвардия, 1967. – 288 с.

8. Голенищев-Кутузов И., Хлодовский Р. Данте Алигьери // История всемирной литературы: В 9 тт. Т.3. – Москва: Наука, 1985. – С.51-68.

9. Гуревич А. Категории средневековой культуры. – Москва: Искусство, 1984. – 349 с.

10. Данте А. Новая жизнь. Божественная комедия (пер. с итал. М. Лозинского). – Москва: Худож. литература, 1967. – С.77-650.

11. Елина Н. О художественном своеобразии "Божественной комедии" // Данте и всемирная литература. – Москва: Наука, 1967. – С.85-106.

12. Ивик О. История загробного мира. – Москва: Текст, 2010. – 349 с.

13. Келли Г. Сатана. Биография (пер. с англ. О. В. Когтевой и Л. А. Якушиной). – Москва: Изд-во "Весь мир", 2011. – 328 с.

14. Лозинский М. "Божественная комедия" // Данте А. Новая жизнь. Божественная комедия. – Москва: Худож. литература, 1967. – С.545-686.

15. Лотман Ю. Путешествие Улисса в "Божественной комедии" Данте // Лотман Ю. Внутри мыслящих миров. – Москва: Языки русской культуры, 1996. – С.249-264.

16. Макаров В. "Трагическая история доктора Фауста": вопросы датировки и издания // "Горизонты гуманитарного знания". – 2018. – № 6. – С.20-33. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tragicheskaya-istoriya-doktora-fausta-voprosy-datirovki-i-izdaniya/viewer.

17. Мандельштам О. Э. Разговор о Данте // Мандельштам О. Слово и культура. – Москва: Советский писатель, 1987. – С.108-152.

18. Марло К. Трагическая история доктора Фауста (пер. с англ. Н. Амосовой) // Легенда о докторе Фаусте /ответств. ред. Н. Жирмунская. – Москва: Наука, 1978. – С.189-245, 406-419.

19. Мильтон Д. Потерянный рай (пер. с англ. А. Штейнберга). – Москва: Художественная литература, 1982. – С.23-367.

20. Мифы народов мира: В 2 тт. Т.2. – Москва: Сов. энциклопедия, 1989. – 719 с.

21. Пёрл М. Дантов клуб (пер. с англ. Ф. Гуревич). – Москва: ЭКСМО, 2005. – 496 с.

22. Петрухин В. Загробный мир. Мифы разных народов. – Москва: АСТ, Астрель, 2010. – 414 с.

23. Пиотровский М. Джаханнам // Мифы народов мира: В 2 тт. Т.1. – Москва: Советская энциклопедия, 1987. – С.374.

24. Плахов А. Каникулы Бонифация VIII. Фильм "Кодекс Данте" вышел в российский прокат с утратами // "Коммерсантъ". – 2026. – № 123. – С.4. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8812757

25. Рассел Дж. Князь тьмы. Добро и зло в истории человечества (пер. с англ. И. Ларионова). – СПб.: Евразия, 2002. – 448 с.

26. Рассел Дж. Люцифер. Дьявол в средние века (пер. с англ. С. Иванова, А. Иваненко). – СПб.: Евразия, 2001. – 448 с.

27. Свинец // Большая советская энциклопедия: В 30 тт. Т.23. – Москва: Советская энциклопедия, 1976. – С.77-78.

28. Ткаченко А. Бабочка в ладони: Зачем современному человеку христианство? – Москва: Никея, Фома, 2011. – 176 с. URL: https://azbyka.ru/otechnik/novonachalnym/babochka-v-ladoni-zachem-sovremennomu-cheloveku-hristianstvo/?utm_source=chatgpt.com

29. Хёйзинга Й. Осень средневековья. Исследование форм жизненного уклада и форм мышления в XIV и XV веках во Франции и Нидерландах (пер. с нидерландского Д. Сильвестрова). – Москва: Наука, 1988. – 539 с.

30. Цикалов А. Джейсон Момоа и Джерард Батлер сыграют в фильме о "Божественной комедии" Данте, 2023. URL: https://www.kinoafisha.info/news/dzheyson-momoa-i-dzherard-batler-sygrayut-v-filme-o-bozhestvennoy-komedii-dante/

31. Цицерон М. Сновидение Сципиона //Цицерон М. Диалоги (пер. с лат. В. Горенштейн). – Москва: Наука, 1966. – С.81-88.

32. Элиаде М. История веры и религиозных идей (пер. с польского Н. Кулаковой и др.): В 3 тт. Т.3. – Москва: Критерион, 2002. – 352 с.

DOI 10.34660/INF.2026.90.42.063

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕВОДА КИТАЙСКИХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ НА РУССКИЙ ЯЗЫК С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ЭКОПЕРЕВОДА

Лу Бинъян
студент
Ли Вэйхань
студент
Абудуэйни Жэсити
студент
Харбинский научно-технический университет

Аннотация. *В статье, опираясь на теорию экологического перевода, проводится системный анализ трудностей, связанных с культурной нагрузкой при переводе идиом. На основе конкретных примеров исследуются правила адаптации различных стратегий перевода — дословного и смыслового перевода, культурной замены и дословного перевода с комментариями — в практике перевода на русский язык китайских фразеологимов разных типов, чтобы выяснить, как обеспечить точность перевода, его литературную читабельность и эффективность межкультурной коммуникации..*

Ключевые слова: *чэнъюй, экоперевод, адаптация.*

Китайские фразеологизмы (чэнъюй, идиома) — это уникальные устойчивые выражения в системе китайского языка, чаще всего состоящие из четырёх иероглифов, которые сформировались на протяжении тысячелетий и лаконично передают глубокую мысль, мудрость или культурную традицию.

В отличие от слов, чэнъюй сочетает в себе языковую красоту, повествовательность и идейность. За каждым чэнъюем стоит история из классической литературы, философского трактата, исторического события, легенд и мифов, народных обычаев и моральных норм, которые отсутствуют в русском языке и культуре. Механический дословный перевод может привести к смысловой неясности и утрате культурного ядра, а чрезмерное толкование — к нарушению лаконичности и сжатости чэнъюев, что приводит к затянутости повествования и утомлению читателя.

Трудности перевода чэнъюев на русский язык в следующих:

Во-первых, культурно обусловленные образы не эквивалентны, что существенно затрудняет передачу культурного наследия. Китайские чэнъюя имеют разнообразное происхождение и подразделяются на четыре основные категории: исторические анекдоты, мифы и басни, морально-философские изречения и идиомы, отражающие народную традицию и обычаи. Эти идиомы обладают ярко выраженной культурной исключительностью: они опираются на уникальные для Китая исторические события и мифологические системы[1, 268], а соответствующие им персонажи, эпохи, ритуалы и мифологические образы не имеют аналогов в русской культуре. Например, 卧薪尝胆 (Лежа на дровах пробовать горечь) является производным от исторического события на гегемонию У Юэ. Символическое значение "дрова" и "горечь", а также историческая подоплека терпения короля Юэ для восстановления страны — это культурное содержание, которое совершенно незнакомо русскому народу. Если это перевести только дословно, читатели смогут понять только буквальные действия и не сможет понять глубокий смысл выражения "переносить унижения, чтобы быть вдохновляющим"; а если исторический фон будет много дополнен, это приведет к раздутости перевода и нарушит ритм повествования. Это отсутствие культурного контекста является самой главной трудностью при переводе идиомных историй на русский язык.

Во-вторых, различия между китайским и русским языковыми системами весьма существенны, что затрудняет адаптацию стилистики. В китайском языке идиомы состоят из четырёх иероглифов, отличаются лаконичностью и чётким ритмом; при этом в повествовании они умело используют предельно сжатые выражения для передачи полного сюжета. А в русском языке повествовательные тексты, наоборот, характеризуются длинными и сложносочиненными предложениями, логической структурой с последовательным нарастанием смысла и отказом от фрагментарных коротких конструкций. При переводе, если строго следовать короткой структуре китайских идиомов, перевод получится искусственным, фрагментарным и не будет соответствовать русской литературной эстетике. С другой стороны, чрезмерное смягчение и удлинение идиомов приведёт к утрате лаконичности и сжатости, свойственной идиомам, что исказит стилистику и затруднит достижение единства формы и содержания.

В-третьих, отсутствие норм перевода и унификация переводов являются серьезными проблемами. В настоящее время в Китае не существует единого "Стандарта перевода китайских фразеологизмов на русский язык", и методы перевода неоднозначны. Для одной и той же идиомы дословный перевод, перефразировка, альтернативный перевод и свободное толкование сосуществуют, но качество их неодинаково. Чтобы облегчить понимание, некоторые переводчики напрямую заменили китайские чэнъюи русскими пословицами, полностью отказавшись от исторического происхождения чэнъюев; другие переводчики придерживались буквального перевода и игнорировали особенности русского

языка, что приводило к неясным и трудным для понимания переводам. Несоответствие стандартов перевода серьезно повлияло на нормативное и авторитетное распространение китайской идиоматической культуры во внешнем мире.

В-четвёртых, различия в восприятии читателей весьма значительны, что затрудняет управление многоуровневым переводом. В русскоязычных читателях наблюдается явная стратификация: уровень культурного понимания существенно различается у исследователей-китаистов, студентов и интернет-пользователей. Для профессиональным исследователям необходимо сохранять целостность культурных событий и академического содержания, тогда как широкой публике достаточно простых и понятных историй и аллегорий. Единый метод перевода не позволяет охватить всех читателей, что усложняет создание многоуровневых переводческих произведений.

Теория «Экопереведение», впервые предложенная китайским учёным Ху Гэншэнем, представляет собой локальную теорию перевода, адаптированную для работы с межкультурными текстами. Эта теория разрушает традиционный принцип "равноправного перевода", устанавливающий единый стандарт, и определяет перевод как "селективную адаптацию и адаптивную селективную деятельность переводчика в рамках переводческой экосистемы". Ключевые аспекты теории включают трёхмерное адаптивное преобразование — языковое, культурное и коммуникативное. Эти три аспекта взаимодополняют друг друга и не могут существовать по отдельности; они идеально соответствуют особенностям чэнъюв — его языковой уникальности, культурной насыщенности и высокой коммуникативности[2, 1].

Основываясь на трёхмерной теории преобразования Экопереведения и учитывая особенности четырёх категорий чэнъюев, в данной статье целенаправленно применяются четыре ключевые стратегии перевода: дословный перевод, смысловой перевод, культурная замена и дословный перевод с комментариями. На основе анализа типичных примеров осуществляется всесторонная адаптация.

1. Метод дословного перевода подходит для чэнъюев, в которых образы совпадают и отсутствуют культурные барьеры. Для чэнъюев, основанных на природных явлениях, общеупотребительных жизненных ситуациях и универсальных ценностях, где культурные образы в китайском и русском языках сильно совпадают и нет когнитивных различий, можно использовать метод дословного перевода — это позволит полностью сохранить образность и языковой стиль оригинала, обеспечив единство языкового и культурного аспектов. Например, 亡羊补牢 — "После потери овец укреплять загородь", его полное значение это "Исправить ошибку до того, как она приведёт к более серьёзным последствиям". Данный чэнъюй аналогичен с русской пословицей «Лучше поздно, чем никогда».

2. Метод смыслового перевода применяется для чэнъюев, основанных на уникальных для китайской культуры исторических и этических традициях, которые не поддаются дословному переводу. Для идиом, опирающихся на уникальную для Китая историю, этические нормы и традиции, дословный перевод может привести к культурным двусмысленностям и смысловым пробелам. В таких случаях необходимо отказаться от буквального воспроизведения формы, сосредоточиться на основной идее истории и её глубинном смысле, применять метод смыслового перевода, чтобы первостепенно обеспечить передачу коммуникативной информации. Наример, дословный перевод 四面楚歌 это "Со всех сторон звучат песни Чу", а смысловый перевод — Оказаться в полной изоляции, столкнувшись с противодействием со всех сторон. Этот чэнъюй исходит из битва при Гэйся между царствами Чу и Хань. "Чугэ" — культурный символ, присущий исключительно царству Чу. Поскольку русскоязычная аудитория не обладает знаниями об этой исторической эпохе, дословный перевод "песни Чу" приведёт к полному непониманию. Смысловый перевод выходит за рамки буквального значения и точно передаёт суть: "изоляция, отсутствие поддержки, окружение со всех сторон, попадание в безвыходное положение". Смысловый перевод соответствует логике русского повествования и обеспечивает эффективность межкультурного общения.

3. Культурная замена подходит для общефилософских идиом, смысл которых в высокой степени совпадает. Хотя культуры Китая и России различны, некоторые жизненные философии и мудрость в сфере поведения весьма схожи. Для чэнъюев, смысл которых полностью соответствует русским пословицам и поговоркам, можно применить метод культурной замены: заимствовать устоявшиеся русские фразеологизмы, чтобы быстро вызвать сопереживание у читателей, снизить порог понимания и адаптировать их к сценариям массового распространения. Например, дословный перевод 对牛弹琴 — "Играть на скрипке для коровы". А этот чэнъюй значит "Пытаться объяснять правду тому, кто не способен понять — пустая трата сил". В русском языке есть подходящая пословица "Метать бисер перед свиньями"[У Фан,]. С помощью метода культурной замены использование русской пословицы позволяет добиться естественного и аутентичного перевода, соответствующего нормам целевого языка, и при этом не требуется дополнительных пояснений. Такой подход обеспечивает чрезвычайно высокую эффективность распространения информации и является оптимальным методом перевода.

4. Дословный перевод с комментариями подходит для чэнъюев, обладающих культурной уникальностью и представляющих ценность как с точки зрения распространения, так и с точки зрения исследований. Для классических исторических и мифологических идиом, которые в высшей степени отражают особенности китайской культуры и не имеют аналогов, с целью сохранения культурного первоисточника применяется комбинированная стратегия "дословный перевод

+ предельно лаконичные комментарии". Это позволяет не только сохранить китайские культурные символы, но и устранить пробелы в восприятии аудитории, обеспечив баланс между сохранением культурной аутентичности и доступностью для восприятия. Например, 秦晋之好 — "Согласие и союз между Цинь и Цзинь (древними китайскими царствами) – символ долгосрочных брачных и дружеских союзов".

В общем, в практике перевода китайских чэнъюев применение единой стратегии зачастую не позволяет удовлетворить потребности, поэтому обычно требуется комбинированное использование нескольких подходов: для формирования основы повествования применяют дословный и смысловой перевод, ключевые культурные аспекты дополняют с помощью примечаний, а для передачи контекста распространения в народной среде заменяют идиомы пословицами; при этом необходимо гибко адаптировать подход, чтобы добиться оптимального трёхмерного преобразования.

Примечания

Данная статья подготовлена в рамках Проекта инновационной подготовки студентов Харбинского научно-технического университета: «Huaxia xinyu»: истории о китайских фразеологизмах на русском языке(Номер проекта: 2025-812).

Список литературы

1. Liu Yan. Сопоставительный анализ китайских, английских и русских фразеологимзов в межкультурных аспектах[J]. Вестник Тяньцзиньского университета (Социально-гуманитарная серия), 2010, 12(3): 268.

2. Hu Gengsheng. Экоперевод: конструирование и интерпретация[M]. Пекин: Коммерческое издательство, 2013: 1.

3. Wu Fang. Значение китайских фразеологизмов и их перевод на русский язык[J]. Обучение русскому языку в Китае, 2004, 23(4): 54.

Научное издание

Научный диалог: теория и практика

Том 1 из 2

Материалы международного научного форума
(г. Москва, Форум 22 октября 2026 г.)

Научный редактор Д.Р. Хисматуллин
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 22.10.2026 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 7,29. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

