

Научный центр «LJournal»

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№131, Март 2026
(Часть 2)



Самара, 2026

T33

**Научный журнал «Тенденции развития науки и образования»
№131, Март 2026 (Часть 2) - Изд. Научный центр «LJournal»,
Самара, 2026 – 108 с.**

Тенденции развития науки и образования – это научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» – <https://ljournal.org>

- © Научный центр «LJournal»
- © Международная Объединенная Академия Наук
- © Университет дополнительного профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернопятов Александр Михайлович
Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович
Кандидат технических наук, доцент

Пивоваров Александр Анатольевич
Кандидат педагогических наук

Малышкина Елена Владимировна
Кандидат исторических наук

Ильященко Дмитрий Павлович
Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич
Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна
Доктор экономических наук, Доцент

Бегидова Светлана Николаевна
Доктор педагогических наук, Профессор

Андреева Ольга Николаевна
Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы
Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна
Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна
Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич
Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна
Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна
Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна
Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна
Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна
Кандидат юридических наук, Доцент

Мирошин Дмитрий Григорьевич
Кандидат педагогических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич
Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна
Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна
Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич
Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович
Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна
Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович
Доктор биологических наук, Доцент

Афанасьева Татьяна Гавриловна
Доктор фармацевтических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы
Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович

Кандидат химических наук, Доцент

Заломнова Светлана Петровна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович

Доктор технических наук, Профессор

Гуткевич Елена Владимировна

Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинарьевич

Доктор медицинских наук, Доцент

Пронина Наталья Андреевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович

Кандидат технических наук, Профессор

Найденев Николай Дмитриевич

Доктор экономических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна

Кандидат экономических наук, Доцент

Хачатурова Карине Робертовна

Кандидат педагогических наук

Кадим Мундер Мулла

Кандидат филологических наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич

Доктор сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ VI. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	7
Курдалин Н.И., Литвяков В.А., Бурсова Ю.С., Андреев В.А., Пальчиков М.А. Исследование нарушения качества жизни у больных паническим расстройством на территории Воронежской и Липецкой областей в возрасте от 18 до 44 лет.....	7
Титова Л.А., Грицай А.А., Летягин Д.Э., Монтвила И.О., Юдин А.О. Кистозно-солидное образование тела поджелудочной железы в практике лучевой диагностики: клинический случай и роль мультипараметрической МРТ	14
РАЗДЕЛ VII. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	19
Гринько Н.Н. Каталог генетических ресурсов рода <i>Lactuca</i> L. ВИР с групповой резистентностью к желтой мозаике (<i>potyvirus Lettuce mosaic virus</i>) и мучнистой росе (<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC. f. <i>lactucae</i> Jacz.) в условиях Черноморского побережья Краснодарского края.....	19
Гринько Н.Н., Тарасенко В.С., Мальцева Т.Г. К истокам интродукции и натурализации тропических культур: папайя (<i>Carica papaya</i> L.) на Черноморском побережье Краснодарского края.....	27
Лебединский А.А. Аксантизм у краснобрюхой жерлянки (<i>Bombina bombina</i>) из Нижегородской области	34
Макарова С.С. Синтез и биологическая активность конденсированных азагетероциклов.....	37
Ходаковская А.В., Петроченкова Н.В. Анализ содержания химических элементов в зеленой водоросли <i>Ulva fenestrata</i> Postels et Ruprecht из залива Петра Великого (Японское море) с использованием метода рентгенофлуоресцентного анализа	44
РАЗДЕЛ VIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	47
Кучеренко М.В. Региоселективность реакции восстановления 4-нитроацетофенона... ..	47
РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	51
Загидуллин А.А. Проектирование микросервисной архитектуры для сети автоматизированных точек продаж с использованием 1С.....	51
Кулешова И.А., Куров А.В. Визуализация метаграфов как задача графического представления: критерии корректности и алгоритмические решения	53
Попов А.А., Буланцев Г.И. Анализ уязвимостей и методов защиты LLM-систем в технической поддержке биллинговых платформ.....	64
РАЗДЕЛ X. СТРОИТЕЛЬСТВО	67
Головко Д. В., Козлов Ф. А., Суриков А. Е. Применение технологий теплой керамики в строительстве.....	67
РАЗДЕЛ XI. ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ	70
Ду Иань Развитие и наследование китайских музыкальных инструментов	70

Линь Тяньи Смешение импрессионистических черт и элементов национальной музыки в произведении Тань Дуна «Воспоминания о восьми акварелях» 77

РАЗДЕЛ XII. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ 81

Камалутдинова А.Р., Гусев П.М. Спорт для сов и жаворонков - эффективное время тренировок с точки зрения циркадных ритмов 81

Кириягин И.Р. Утренняя зарядка: 10 минут физической активности как альтернатива кофе для повышения работоспособности 84

Трофимова А.В., Гусев П.М. Развитие межмышечной координации - почему умение владеть телом важнее мышечной массы 87

Фомина В.В., Севодин С.В. Спорт как путь к гармонии: как физическая активность помогает побороть стресс и переутомление 90

РАЗДЕЛ XIII. АРХИТЕКТУРА 94

Караева Э.В. Развитие туристско-рекреационной инфраструктуры в цепи исторических поселений (На примере поселений Махческ, Мацута, Камата) Республика Северная Осетия-Алания 94

Оболенская В.А. Храм как средообразующий элемент в структуре новой городской застройки: религиоведческий анализ 98

РАЗДЕЛ XIV. ТУРИЗМ 103

Бондаренко Н.Н. Туристское пространство: понятие, подходы и технологии проектирования 103

РАЗДЕЛ VI. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Курдалин Н.И., Литвяков В.А., Бурсова Ю.С., Андреев В.А., Пальчиков М.А.
Исследование нарушения качества жизни у больных паническим расстройством на территории Воронежской и Липецкой областей в возрасте от 18 до 44 лет

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

Аннотация

Паническое расстройство — заболевание, для которого характерны рецидивирующие приступы резко выраженной тревоги (паники, панической атаки), не ограниченные какой-либо особой ситуацией или комплексом обстоятельств и, следовательно, непредсказуемые. Актуальность данного исследования напрямую обусловлена значительной распространенностью панического расстройства, тем, что пик дебюта заболевания приходится на молодой возраст, а дезадаптирующий характер закономерно приводит к значительному нарушению качества жизни пациентов. Целью работы стало изучение и оценка степени нарушения качества жизни у пациентов с паническим расстройством в возрастной группе 18–44 лет, проживающих на территории Воронежской и Липецкой областей. Материалы и методы. Активная фаза исследования проводилась на базе психиатрических больниц и психиатрических диспансеров Воронежской и Липецкой областей. Были отобраны две группы исследуемых: 50 человек с диагностированным паническим расстройством и 50 человек без выявленных психических расстройств. Всем исследуемым было предложено ответить на вопросы шкалы оценки качества жизни Q-LES-Q. Каждый испытуемый отвечал на вопросы самостоятельно, находясь в кабинете наедине с собой. По завершению прохождения шкалы оценки качества жизни каждому испытуемому присваивался уникальный номер участника, видимый только для исследователя, что гарантировало анонимность. Результаты удовлетворенности по ИКЖ и уровень качества жизни по отдельным субшкалам у исследуемых с паническим расстройством значительно ниже, чем у испытуемых без диагностированных психических расстройств. Проведенное исследование позволило получить важные и ценные данные, подтверждающие значительное влияние данного заболевания на различные сферы жизнедеятельности. Несмотря на полученные результаты, данная работа не исчерпывает всех аспектов проблемы, в дальнейшем целесообразно провести изучение факторов, влияющих на качество жизни пациентов с паническими расстройствами, оценку эффективности возможных методов исследования в отношении улучшения качества жизни пациентов, разработку и апробацию новых инструментов для оценки качества жизни у пациентов с паническими расстройствами, учитывающих специфику данного заболевания.

Ключевые слова: индекс качества жизни, уровень качества жизни, шкала оценки качества жизни, паническое расстройство, психическое здоровье, опросник.

Abstract

Panic disorder is a disease characterized by recurrent episodes of severe anxiety (panic, panic attack), which are not limited to any specific situation or set of circumstances and are therefore unpredictable. The relevance of this study is directly related to the significant prevalence of panic disorder, the fact that the peak of the disease's onset occurs at a young age, and the fact that its de-adaptive nature leads to significant impairments in the quality of life for patients. The aim of the work was to study and assess the degree of quality of life impairment in patients with panic disorder in the age group of 18–44 years, living in the territory of the Voronezh and Lipetsk regions. Materials and methods. The active phase of the study was

conducted because of psychiatric hospitals and psychiatric dispensaries of the Voronezh and Lipetsk regions. Two groups of subjects were selected: 50 subjects with a diagnosed panic disorder and 50 subjects without any identified mental disorders. All subjects were asked to complete the Q-LES-Q quality of life assessment scale. Each subject answered the questions independently in a private room. After completing the quality of life assessment scale, each subject was assigned a unique participant number that was visible only to the researcher, ensuring anonymity. The results of satisfaction with the IQL and the level of quality of life on individual subscales in the subjects with panic disorder are significantly lower than in the subjects without diagnosed mental disorders. The study provided important and valuable data confirming the significant impact of this disease on various areas of life. Despite the results obtained, this work does not cover all aspects of the problem. In the future, it is advisable to study the factors affecting the quality of life of patients with panic disorders, evaluate the effectiveness of possible research methods in improving the quality of life of patients, and develop and test new tools for assessing the quality of life of patients with panic disorders, taking into account the specific features of this disease.

Keywords: quality of life index, quality of life level, quality of life assessment scale, panic disorder, mental health, questionnaire.

Введение. Паническое расстройство (эпизодическая пароксизмальная тревожность) — заболевание, для которого характерны рецидивирующие приступы резко выраженной тревоги (паники, панической атаки), не ограниченные какой-либо особой ситуацией или комплексом обстоятельств и, следовательно, непредсказуемые [1].

Определение тревожности может быть сложным, поскольку это состояние может проявляться по-разному в разных людях. Обычно тревожность связана с ощущением неопределенности, беспокойства или напряжения, которые могут проявляться в физических, поведенческих и когнитивных симптомах. Физические симптомы могут включать учащенное сердцебиение, потливость, дрожь, головокружение и даже боли в груди. Поведенческие симптомы могут проявляться в избегании ситуаций, которые вызывают тревогу; в постоянном поиске подтверждения со стороны других людей. Когнитивные симптомы включают повторяющиеся негативные мысли, беспокойство о будущем, переживания о прошлых событиях [6].

Паническое расстройство связано со значительным и всесторонним снижением качества жизни, которое проявляется во всех его ключевых доменах: физическом, психологическом, социальном и средовом [7]. Тяжесть когнитивных и соматических симптомов паники, особенно страх перед повторными приступами (тревога ожидания), является прямым предиктором ухудшения социального и профессионального функционирования, что составляет ядро снижения качества жизни при этом расстройстве [8].

В современных условиях одной из актуальных является проблема панических атак, что связано с довольно широкой их распространенностью в российской и мировой популяции, манифестацией в молодом, социально активном возрасте, тенденцией к затяжному и хроническому течению, сложностью лечения и невысокой эффективностью психологической помощи. В последнее время наблюдается увеличение числа больных с синдромом панических атак, в том числе подростков и студентов, что затрудняет процесс обучения и в целом снижает качество жизни и здоровья [5].

Актуальность данного исследования напрямую обусловлена значительной распространенностью панического расстройства, которое является одним из наиболее частых тревожных расстройств в практике врача-психиатра и в общемедицинской сети. Пожизненная распространенность панического расстройства (ПР), согласно крупным мета-анализам составляет от 1% до 4% населения земного шара [2]. Российские эпидемиологические исследования приходят к выводу, что ПР встречается у 0.4–3.8% людей в течение жизни [1]. Важным является то, что ПР в 2–3 раза чаще встречается у

женщин, чем у мужчин. При этом пик дебюта заболевания приходится на молодой возраст — от 20 до 35 лет (преимущественно социально активный возраст), приводя к значительному снижению качества жизни, профессиональной дезадаптации и существенным экономическим потерям [3].

Возрастная группа 18–44 года является группой максимального риска для манифестации и хронификации панического расстройства. Это период наибольшей социальной и профессиональной активности, создания семьи, что делает последствия ПР особенно разрушительными. Считается, что до 70–80% всех случаев ПР манифестируют и протекают именно в этом возрастном интервале, а дезадаптирующий характер ПР закономерно приводит к значительному нарушению качества жизни пациентов. Изучение нарушений качества жизни больных различными психическими расстройствами все больше интересуют исследователей по всему миру [4]. Особенности данных нарушений в рамках конкретного региона, с учетом местной специфики оказания медицинской помощи, изучены недостаточно. Проведение исследования на базе лечебных учреждений Воронежской и Липецкой областей позволит получить показательные данные о характере и степени нарушений качества жизни у пациентов с ПР целевой возрастной группы, что и обуславливает актуальность и новизну настоящей работы.

Целью работы стало изучение и оценка степени нарушения качества жизни у пациентов с паническим расстройством в возрастной группе 18–44 лет, проживающих на территории Воронежской и Липецкой областей.

Материалы и методы. Активная фаза исследования проводилась на базе психиатрических больниц и психиатрических диспансеров Воронежской и Липецкой областей (КУЗ ВО ВОКПНД К.1, К.2; БУЗ ЛОПБ). Были отобраны две группы исследуемых: 50 человек с диагностированным паническим расстройством и 50 человек без выявленных психических расстройств. Всем исследуемым было предложено ответить на вопросы шкалы оценки качества жизни Q-LES-Q (Quality of Life Enjoyment and Satisfaction Questionnaire) за авторством американского психиатра Jean Endicott (1993), адаптация на русский язык Наталии Евгеньевны Водопьяновой (2005).

Критерии соответствия. В исследовании приняли участие 100 испытуемых в возрасте от 18 до 44 лет. Для анализа результатов отбирались данные испытуемых, давших свое добровольно информированное согласие на участие в исследовании, а также давших ответы на все вопросы из вышеуказанной шкалы оценки качества жизни.

Условия проведения. Исследование осуществлялось при помощи шкалы оценки качества жизни на бумажном носителе в очном формате на территории психиатрических больниц и психиатрических диспансеров Воронежской и Липецкой областей.

Основной исход исследования. Каждый испытуемый отвечал на вопросы самостоятельно, находясь в кабинете наедине с собой, в изолированной обстановке, гарантирующей конфиденциальность, чтобы исключить потенциальную возможность давления или чувство смущения из-за присутствия медицинского персонала или посторонних лиц, предварительно дав свое добровольно-информированное согласие на участие в исследовании. По завершению прохождения шкалы оценки качества жизни каждому испытуемому присваивался уникальный номер участника, видимый только для исследователя, что гарантировало анонимность. Получив необходимые ответы, исследователи занимались их обработкой, рассчитывая результат уровня качества жизни участника по индексу качества жизни (ИКЖ) и девяти субшкалам: «Работа (карьера)», «Личные достижения и устремления», «Здоровье», «Общение с друзьями (близкими)», «Поддержка», «Оптимистичность», «Напряженность», «Самоконтроль», «Негативные эмоции».

Результаты исследования. Обработка ответов всех исследуемых позволила выяснить следующие аспекты в исследовании ИКЖ:

1. Средний возраст испытуемого с паническим расстройством составил 30.40 лет, средний возраст исследуемого без диагностированных психических расстройств — 30.68

лет. Среди людей с паническим расстройством было 14 мужчин (28%) и 36 женщин (72%), тогда как среди людей без диагностированных психических расстройств было 20 мужчин (40%) и 30 женщин (60%).

2. Средний уровень удовлетворенности по ИКЖ у испытуемых с паническим расстройством оказался 18.80 баллов (низкий уровень), у 17 участников он равнялся или был выше 21 балла (средний уровень), максимальный балл составил 27.89 (средний уровень), минимальный балл составил 6.67 (очень низкий уровень). Средний уровень удовлетворенности по ИКЖ у исследуемых без диагностированных психических расстройств составил 31.22 балла (высокий уровень), у 30 участников он равнялся или был выше 30 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 37.89 (высокий уровень), минимальный балл составил 27.11 (средний уровень). Разница между средним уровнем удовлетворенности по ИКЖ у испытуемых с паническим расстройством и исследуемых без диагностированных психических расстройств составляет 12.42 баллов.

3. Средний уровень качества жизни по субшкале «Работа (карьера)» у исследуемых с паническим расстройством составил 20.18 баллов (низкий уровень), у 21 участника он равнялся или был выше 23 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 37 (высокий уровень), минимальный балл составил 6 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Работа (карьера)» у испытуемых без диагностированных психических расстройств составил 31.28 балла (средний уровень), у 29 участников он равнялся или был выше 32 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 19 (низкий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Работа (карьера)» у исследуемых с паническим расстройством и у испытуемых без диагностированных психических расстройств составляет 11.10 баллов.

4. Средний уровень качества жизни по субшкале «Личные достижения и устремления» у испытуемых с паническим расстройством составил 20.04 баллов (низкий уровень), у 14 участников он равнялся или был выше 26 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 36 (высокий уровень), минимальный балл составил 4 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Личные достижения и устремления» у исследуемых без диагностированных психических расстройств составил 32.34 балла (средний уровень), у 30 участников он равнялся или был выше 33 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 20 (низкий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Личные достижения и устремления» у испытуемых с паническим расстройством и у исследуемых без диагностированных психических расстройств составляет 12.30 баллов.

5. Средний уровень качества жизни по субшкале «Здоровье» у исследуемых с паническим расстройством составил 13.14 баллов (низкий уровень), у всех участников он был ниже 26 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 19 (низкий уровень), минимальный балл составил 4 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Здоровье» у испытуемых без диагностированных психических расстройств составил 31.14 балла (средний уровень), у 25 участников он равнялся или был выше 34 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 19 (низкий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Здоровье» у исследуемых с паническим расстройством и у испытуемых без диагностированных психических расстройств составляет 18.00 баллов.

6. Средний уровень качества жизни по субшкале «Общение с друзьями (близкими)» у испытуемых с паническим расстройством составил 20.46 баллов (низкий уровень), у 9 участников он равнялся или был выше 26 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 37 (высокий уровень), минимальный балл составил 6 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Общение с друзьями (близкими)» у исследуемых без диагностированных психических расстройств составил

32.50 балла (средний уровень), у 27 участников он равнялся или был выше 33 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 27 (средний уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Общение с друзьями (близкими)» у испытуемых с паническим расстройством и у исследуемых без диагностированных психических расстройств составляет 12.04 баллов.

7. Средний уровень качества жизни по субшкале «Поддержка» у исследуемых с паническим расстройством составил 18.96 баллов (низкий уровень), у 12 участников он равнялся или был выше 23 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 33 (высокий уровень), минимальный балл составил 7 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Поддержка» у испытуемых без диагностированных психических расстройств составил 31.94 балла (средний уровень), у 32 участников он равнялся или был выше 32 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 23 (средний уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Поддержка» у исследуемых с паническим расстройством и у испытуемых без диагностированных психических расстройств составляет 12.98 баллов.

8. Средний уровень качества жизни по субшкале «Оптимистичность» у испытуемых с паническим расстройством составил 19.38 баллов (низкий уровень), у 16 участников он равнялся или был выше 22 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 29 (высокий уровень), минимальный балл составил 8 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Оптимистичность» у исследуемых без диагностированных психических расстройств составил 33.94 балла (высокий уровень), у всех участников он был выше 27 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 27 (высокий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Оптимистичность» у испытуемых с паническим расстройством и у исследуемых без диагностированных психических расстройств составляет 14.56 баллов.

9. Средний уровень качества жизни по субшкале «Напряженность» у исследуемых с паническим расстройством составил 19.22 баллов (низкий уровень), у 13 участников он равнялся или был выше 23 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 34 (высокий уровень), минимальный балл составил 4 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Напряженность» у испытуемых без диагностированных психических расстройств составил 28.28 баллов (средний уровень), у 20 участников он равнялся или был выше 30 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 19 (низкий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Напряженность» у исследуемых с паническим расстройством и у испытуемых без диагностированных психических расстройств составляет 9.06 баллов.

10. Средний уровень качества жизни по субшкале «Самоконтроль» у испытуемых с паническим расстройством составил 19.20 баллов (низкий уровень), у 11 участников он равнялся или был выше 24 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 37 (высокий уровень), минимальный балл составил 5 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Самоконтроль» у исследуемых без диагностированных психических расстройств составил 28.92 баллов (средний уровень), у 34 участников он равнялся или был выше 29 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 37 (высокий уровень), минимальный балл составил 14 (низкий уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Самоконтроль» у испытуемых с паническим расстройством и у исследуемых без диагностированных психических расстройств составляет 9.72 баллов.

11. Средний уровень качества жизни по субшкале «Негативные эмоции» у исследуемых с паническим расстройством составил 18.62 баллов (низкий уровень), у 19

участников он равнялся или был выше 22 баллов (средний уровень), максимальный балл составил 33 (высокий уровень), минимальный балл составил 4 (низкий уровень). Средний уровень качества жизни по субшкале «Негативные эмоции» у испытуемых без диагностированных психических расстройств составил 30.70 баллов (высокий уровень), у 36 участников он равнялся или был выше 28 баллов (высокий уровень), максимальный балл составил 40 (высокий уровень), минимальный балл составил 22 (средний уровень). Разница между средним уровнем качества жизни по субшкале «Негативные эмоции» у исследуемых с паническим расстройством и у испытуемых без диагностированных психических расстройств составляет 12.08 баллов.

12. При сравнении выборок всех результатов, исследуемых с паническим расстройством и без диагностированных психических расстройств предположим следующие гипотезы:

- H_0 : результаты удовлетворенности по ИКЖ и уровень качества жизни по отдельным субшкалам у исследуемых с паническим расстройством значительно ниже, чем у испытуемых без диагностированных психических расстройств. Если $t_{эмп} \geq t_{крит}$, то H_0 принимается.
- H_1 : результаты удовлетворенности по ИКЖ и уровень качества жизни по отдельным субшкалам у исследуемых с паническим расстройством незначительно ниже, чем у испытуемых без диагностированных психических расстройств. Если $t_{эмп} < t_{крит}$, то H_1 принимается.

Рассчитаем эмпирический t-критерий Стьюдента (при $p \leq 0.05$) и число степеней свободы по следующим формулам:

$$t_{эмп} = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}} d_f = N_1 + N_2 - 2$$

где: $t_{крит}$ — теоретическое значение t-критерия Стьюдента для двух несвязанных выборок (при $p \leq 0.05$);

$t_{эмп}$ — эмпирический t-критерий Стьюдента;

d_f — число степеней свободы;

M_1 — среднее арифметическое для первой выборки;

M_2 — среднее арифметическое для второй выборки;

σ_1 — стандартное отклонение для первой выборки;

σ_2 — стандартное отклонение для второй выборки;

N_1 — количество участников в первой выборке;

N_2 — количество участников во второй выборке.

Значение эмпирического t-критерия Стьюдента в нашем исследовании равно 14.80, теоретическое значение t-критерия Стьюдента при числе степеней свободы 98 примерно равно 1.98. Сравнивая $t_{эмп}$ и $t_{крит}$, обнаруживаем, что $t_{эмп} > t_{крит}$, а, следовательно H_0 подтверждается и результаты удовлетворенности по ИКЖ и уровень качества жизни по отдельным субшкалам у исследуемых с паническим расстройством значительно ниже, чем у испытуемых без диагностированных психических расстройств.

Заключение. Исследование нарушения качества жизни у больных паническим расстройством является важной и актуальной задачей. Паническое расстройство сопровождается глубокой социальной дезадаптацией и выраженным снижением качества жизни во всех сферах. У пациентов с паникой выявляется высокий уровень эмоционального выгорания, что является следствием хронического стресса от ожидания приступов и формирует порочный круг, утяжеляющий течение болезни [9]. Паническое расстройство связано со значительными нарушениями в исполнительных функциях и внимании, что напрямую ведет к снижению профессиональной эффективности и ухудшению качества жизни, связанного со здоровьем. Эти когнитивные дефициты часто

сохраняются вне эпизодов острой паники и представляют собой стойкий функциональный дефицит [10].

Проведенное исследование позволило получить важные и ценные данные, подтверждающие значительное влияние данного заболевания на различные сферы жизнедеятельности. Результаты исследования однозначно демонстрируют, что пациенты с паническими расстройствами испытывают значительное снижение качества жизни по сравнению с людьми без диагностированных психических расстройств. Несмотря на полученные результаты, данная работа не исчерпывает всех аспектов проблемы, так как паническое расстройство часто приводит к значительному нарушению функционирования, социальным и профессиональным трудностям и снижению качества жизни, в дальнейшем целесообразно провести изучение факторов, влияющих на качество жизни пациентов с паническими расстройствами, оценку эффективности возможных методов исследования в отношении улучшения качества жизни пациентов, разработку и апробацию новых инструментов для оценки качества жизни у пациентов с паническими расстройствами, учитывающих специфику данного заболевания.

1. Психиатрия: национальное руководство / Российское общество психиатров; главные редакторы: чл.-кор. РАН Ю. А. Александровский, проф. Н. Г. Незнанов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2025 (печ. 2024). — 1002 с.: ил., табл. — (Национальные руководства).
2. Руководство по диагностике и статистике психических расстройств: DSM-5. — 5-е изд. — Арлингтон, Вирджиния: Американская психиатрическая ассоциация, 2013. — 947 с.
3. Глобальное бремя 12 психических расстройств в 204 странах и территориях, 1990-2021: систематический анализ для исследования глобального бремени болезней 2021 [Электронный ресурс] / Сотрудники по психическим расстройствам GBD 2021 // The Lancet Psychiatry. — 2024. — Том 11, iss. 2. — С. 137-150.
4. Юаньчжао Дин, Шань Чен. Комплексное библиометрическое исследование психических заболеваний // Acta Neuropsychiatrica. — 2025. — Том 37. — С. 1-12
5. Величко Ю.А., Стоянова И.Я., Кузьмина А.С. Психологические предикторы панических атак при нарушениях сна // Психология и Психотехника. 2025. № 2. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=70859 (дата обращения: 19.12.2025).
6. Ермаков В.В. Психологические аспекты тревожности и их влияние на качество жизни // Сборник студенческих научных работ Донского государственного технического университета (или другое уточненное название). 2023. С. 185–186.
7. Ким Ю. К., Ли Х. Дж. Качество жизни пациентов с паническим расстройством: систематический обзор и мета-анализ // Журнал аффективных расстройств. 2022. Том 318. С. 78-85.
8. Прети А., Карта М. Г. Бремя панического расстройства в реальном мире: систематический обзор литературы и значение для клинической практики // Экспертный обзор нейротерапии. 2020. Том 20. № 7. С. 683-699.
9. Тарабрина Н. В., Харламенкова Н. Е. Качество жизни и психологическая адаптация у пациентов с паническим расстройством // Медицинская психология в России. 2021. Т. 13. № 1. С. 243
10. Лиссеман Дж., Бекман Д., Восс Л., Шмидт М. Когнитивная дисфункция и ее влияние на качество жизни при паническом расстройстве: систематический обзор и мета-анализ // Журнал психиатрических исследований. 2023. Том 165. С. 7-18.

Титова Л.А., Грицай А.А., Летагин Д.Э., Монтвила И.О., Юдин А.О.
**Кистозно-солидное образование тела поджелудочной железы в практике лучевой
диагностики: клинический случай и роль мультипараметрической МРТ**

*Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

Аннотация

Кистозно-солидные образования поджелудочной железы представляют сложную дифференциально-диагностическую задачу, в настоящее время распространенность кистозных образований поджелудочной железы, выявленных при проведении визуальных методов, по данным разных исследований, варьирует от 2 до 38%. Пациенты с кистозными образованиями имеют повышенный риск развития злокачественных новообразований поджелудочной железы по сравнению с общей популяцией [1] и требуется отличать доброкачественные/пограничные цистозные неоплазии (муцинозная цистаденома, IPMN, серозная цистаденома) от злокачественных процессов (муцинозная цистаденокарцинома, некротизирующая дуктальная аденокарцинома). В статье представлен клинический случай кистозно-солидного образования тела поджелудочной железы размером 70×59×73 мм у пациента 56 лет с анамнезом острого деструктивного панкреатита (февраль 2023 г.) и снижением массы тела на 10 кг. Мультипараметрическая МРТ (T1, T2, DWI, ADC-map) выявила неоднородную структуру с солидным компонентом по задней и нижней стенкам, нодулярными разрастаниями, перегородками толщиной 1–3 мм и капсулой неравномерной толщины. Солидные участки и стенки образования демонстрировали ограничение диффузии (низкие значения ADC), отёк перипанкреатической клетчатки и дилатацию протока в хвосте до 2,5 мм — признаки, подозрительные на злокачественный процесс. Сочетанная патология: умеренная гепатоспленомегалия, простая киста левой почки. Наблюдение подчёркивает решающую роль мультипараметрической МРТ в стратификации риска цистозных образований ПЖ, позволяя заподозрить малигнизацию и избежать диагностических ошибок.

Ключевые слова: кистозно-солидное образование поджелудочной железы, муцинозная цистаденома, IPMN, дуктальная аденокарцинома, мультипараметрическая МРТ, диффузионно-взвешенные изображения (DWI), ограничение диффузии, O-RADS-подобные критерии, перипанкреатический отёк.

Abstract

Cystic-solid lesions of the pancreas pose a complex differential diagnostic challenge, currently the prevalence of cystic formations of the pancreas detected by visual methods, according to various studies, varies from 2 to 38%. Patients with cystic formations have an increased risk of developing malignant neoplasms of the pancreas compared to the general population [1] and it is required to distinguish benign/borderline cystic neoplasia (mucinous cystadenoma, IPMN, serous cystadenoma) from malignant processes (mucinous cystadenocarcinoma, necrotizing ductal adenocarcinoma). The article presents a clinical case of a cystic-solid lesion in the body of the pancreas measuring 70×59×73 mm in a 56-year-old patient with a history of acute destructive pancreatitis (February 2023) and weight loss of 10 kg. Multiparametric MRI (T1, T2, DWI, ADC-map) revealed heterogeneous structure with solid components along the posterior and inferior walls, nodular growths, septa of 1–3 mm thickness, and irregular capsule. Solid areas and walls showed restricted diffusion (low ADC values), peripancreatic edema, and tail duct dilatation to 2.5 mm — features suspicious for malignancy. Associated pathology: moderate hepatosplenomegaly, simple cyst of the left kidney. The observation highlights the crucial role of multiparametric MRI in risk stratification of pancreatic cystic lesions, enabling suspicion of malignancy and avoiding diagnostic errors.

Keywords: cystic-solid pancreatic mass, mucinous cystadenoma, IPMN, ductal adenocarcinoma, multiparametric MRI, diffusion-weighted images (DWI), diffusion restriction, O-RADS-like criteria, and peripancreatic edema.

Клинический случай

Пациент К. 56 лет, поступил с жалобами на эпизодический дискомфорт в верхних отделах живота, возникающий как натощак, так и после приёма пищи, купирующийся самостоятельно, стул один раз в сутки, регулярный, кал оформленный, эпизод примеси алой крови на туалетной бумаге, необходимость длительного натуживания. Также отмечается снижение веса на 10 кг (в течении февраля - марта 2023 года, затем состояние стабилизировалось). В анамнезе – новая коронвирусная инфекция 2022, острый деструктивный панкреатит от февраля 2023. Результаты лабораторных исследований: умеренная гипербилирубинемия (общий 27,6 мкмоль/л), нормальные панкреатические ферменты.

На серии МР-томограмм верхнего этажа брюшной полости (1.5 Тл протокол: T1-WI, T2-WI, DWI с $b=0-1000$ с/мм², ADC-map, аксиальные/коронарные плоскости):

- В теле поджелудочной железы определяется кистозно-солидное объёмное образование размерами 70 × 59 × 73 мм (поперечный × переднезадний × краниокаудальный) с чёткими, но неравномерными контурами и капсулой переменной толщины (1–3 мм).
- Внутренняя структура неоднородная: множественные кистозные полости с перегородками, солидный компонент преимущественно по задней и нижней стенкам с нодулярными разрастаниями.
- Солидный компонент и стенки образования демонстрируют выраженное ограничение диффузии (низкие значения ADC - 1.0×10^{-3} мм²/с)
- Отмечается отёк перипанкреатической клетчатки, деформация антрального отдела желудка кпереди, компрессия селезёночных сосудов и воротной вены кзади.
- Дилатация главного панкреатического протока в хвосте до 2,5 мм (без видимой связи с полостью образования).
- Печень умеренно увеличена (левая доля преобладает, билобарный размер ~210 мм, вертикальный правой доли 162 мм, левой 142 мм).
- Селезёнка увеличена (130 × 52 × 126 мм, индекс ~845 см³).
- Желчный пузырь с перетяжкой в шейке, без конкрементов; холедох до 3 мм.
- Надпочечники, почки (с субкапсулярной кистой левой почки 11 мм) без особенностей.
- Лимфаденопатия, асцит не определяются.

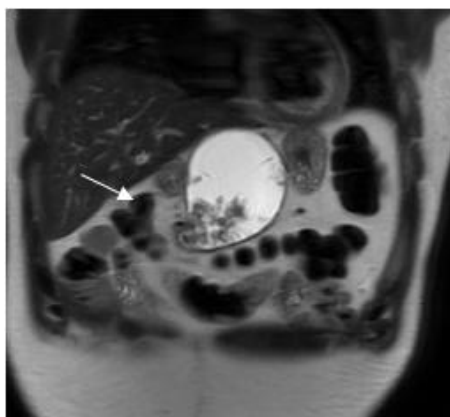


Рисунок 1. МРТ, T2-WI, фронтальная проекция:



Рисунок 2. МРТ, T2-WI, аксиальная проекция: чёткие

кистозно-солидное образование тела поджелудочной железы с неоднородной структурой и перегородками (стрелка).

контуры образования, солидный компонент по задней стенке.

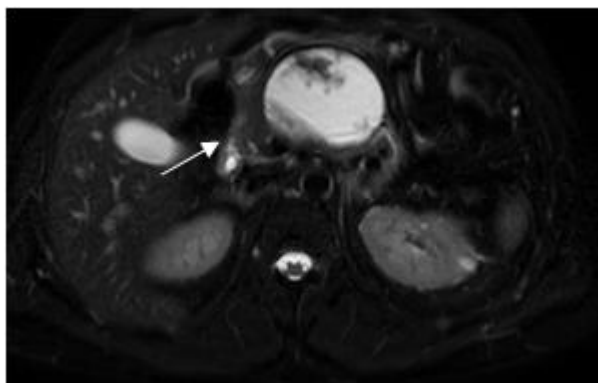


Рисунок 3. МРТ с жироподавлением (T2-WI FS): чёткая визуализация неоднородного содержимого образования и окружающих структур.

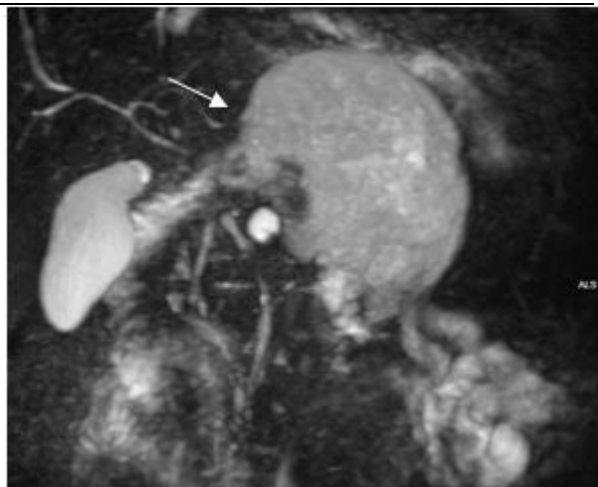


Рисунок 4. 3D-реконструкция МРТ: объёмное представление кистозно-солидного образования тела поджелудочной железы.

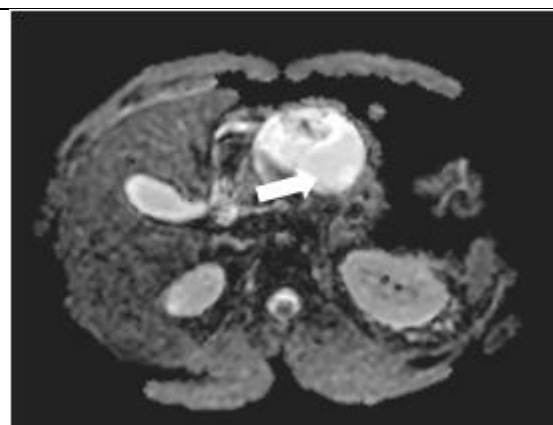
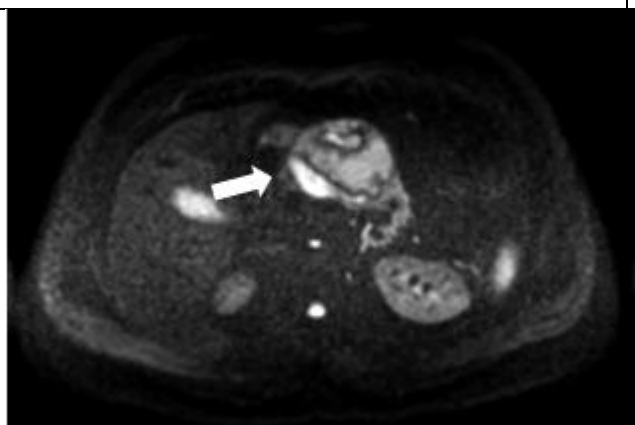


Рисунок 5. DWI ($b=1000$ с/мм²) и ADC-тар: выраженное ограничение диффузии в солидном компоненте и стенках образования (высокий сигнал на DWI, низкие значения на ADC-тар)

Заключение

Кистозно-солидное образование тела поджелудочной железы (70 × 59 × 73 мм) с нодулярным солидным компонентом, перегородками, капсулой, выраженным ограничением диффузии (низкие ADC в солидных участках и стенках), перипанкреатическим отёком и минимальной дилатацией протока в хвосте (2,5 мм).

По современной классификации ACR (2017) находки соответствуют high-risk stigmata (солидный компонент, размер >3 см, нодулярные разрастания) и worrisome features (наличие утолщенной стенки капсулы) [2]

Дифференциальный диагноз:

- Муцинозная цистаденокарцинома (MCAC) или малигнизировавшая муцинозная цистаденома (MCN) — наиболее вероятно (>70% вероятность при сочетании солидного компонента с restricted diffusion и отёком).
- Branch-duct IPMN с высокой степенью дисплазии/инвазией.
- Менее вероятно: некротизирующая дуктальная аденокарцинома с кистозной дегенерацией или псевдокиста на фоне хронического

панкреатита (но отсутствие типичной связи с протоком и выраженное ограничение диффузии говорят против).

Сочетанная умеренная гепатоспленомегалия может указывать на портальную гипертензию или реактивные изменения.

Рекомендации по дальнейшему дообследованию:

1. Эндоскопическая ультразвуковая сонография (EUS) с тонкоигольной аспирационной биопсией (FNA) — золотой стандарт: цитология солидного компонента, анализ жидкости (CEA >192 нг/мл, амилаза <800 Ед/л — муцинозная неоплазия; KRAS/GNAS-мутации).
2. ПЭТ-КТ с 18F-FDG или КТ грудной клетки/брюшной полости с контрастом — для стадирования (исключение метастазов, оценка резектабельности).
3. Лабораторно: СА 19-9, СЕА; повтор амилаза/липаза; при биопсии — молекулярный профиль.

Консультации специалистов

- Онколог/абдоминальный хирург — срочно для мультидисциплинарного консилиума (решение о резекции: дистальная панкреатэктомия ± спленэктомия при локализации в теле).
- Гастроэнтеролог — оценка хронического панкреатита и экзокринной недостаточности.
- При подтверждённой малигнизации — химиотерапия (FOLFIRINOX или gemcitabine-based).

Обсуждение

Представленный случай иллюстрирует диагностические трудности кистозно-солидных образований ПЖ на фоне хронического панкреатита. По классификации ACR guidelines (pancreatic cystic lesions), признаки high-risk stigmata (солидный компонент) и worrisome features (размер >3 см, нодулярные разрастания, утолщение стенки капсулы) указывают на высокий риск малигнизации (муцинозная цистаденокарцинома или некротизирующая дуктальная аденокарцинома). Отсутствие типичных признаков псевдокисты (однокамерность, связь с протоком, гладкая и симметричная капсула) снижает вероятность доброкачественного постнекротического процесса.[3]

Мультипараметрическая МРТ превосходит КТ в оценке тканевого состава поскольку позволяет лучше охарактеризовать содержимое кисты, включая наличие кровоизлияния, узелков с патологическим накоплением контраста и перегородок [4-5]. Ограничение диффузии (низкие ADC) — ключевой маркер малигнизации (чувствительность — 0,83; специфичность — 0,92) [6].

Выводы

1. Кистозно-солидное образование тела поджелудочной железы с солидным компонентом, ограничением диффузии и перипанкреатическим отёком — больше данных за злокачественный процесс (муцинозная цистаденокарцинома или некротизирующая аденокарцинома).
2. Мультипараметрическая МРТ является методом выбора для стратификации риска кистозных образований ПЖ (high-risk stigmata по WHO/ACR).
3. Сочетанная гепатоспленомегалия требует исключения портальной гипертензии/метастатического поражения.
4. Рекомендована срочная консультация онколога/гастроэнтеролога для дообследования (EUS с FNA-биопсией, СА 19-9, СЕА в кистозной жидкости).

1. Baranova IB. Preoperative diagnosis of pancreatic cystic lesions: examination of fine-needle aspiration puncture biopsy material. P.A. Herzen Journal of Oncology. 2021;10(5):61-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/onkolog20211005161>
2. Megibow AJ, Baker ME, Morgan DE, Kamel IR, Sahani DV, Newman E, Brugge WR, Berland LL, Pandharipande PV. Management of Incidental Pancreatic Cysts: A White Paper of the ACR Incidental Findings Committee. J Am Coll Radiol. 2017 Jul;14(7):911-923. doi: 10.1016/j.jacr.2017.03.010. Epub 2017 May 19. PMID: 28533111.
3. Durlshter V.M., Genrikh S.R., Makarenko A.V., Kirakosyan D.S. Current treatment of pancreatic pseudocysts: a systematic review. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2021;28(4):85-99. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-4-85-99>
4. Miller FH, Yaghamai V, Nikolaidis P, et al. Pancreatic cystic lesions and malignancy: assessment, guidelines, and the field defect. Radiographics. 2022;42(1):87–105. doi: 10.1148/rg.210056
5. Lira-Treviño A, Carranza Mendoza IG, Borbolla Arizti JP, Soriano-Ríos A, Uscanga-Domínguez L, Peláez-Luna M. Lesiones quísticas de páncreas. Diagnóstico diferencial y estrategia de tratamiento. Rev Gastroenterol Méx. 2022;87:188–197. doi: 10.1016/j.rgmxen.2022.05.002
6. Zhu, M., Zhang, C., Yan, J. et al. Accuracy of quantitative diffusion-weighted imaging for differentiating benign and malignant pancreatic lesions: a systematic review and meta-analysis. Eur Radiol 31, 7746–7759 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07880-3>

РАЗДЕЛ VII. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гринько Н.Н.

Каталог генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР с групповой резистентностью к желтой мозаике (*potivirus Lettuce mosaic virus*) и мучнистой росе (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lactucae* Jacz.) в условиях Черноморского побережья Краснодарского края

Адлерская опытная станция (ф) ФГБНУ ФИЦ
ВИГРР им. Н.И.Вавилова (ВИР)
(Россия, Сочи)

Аннотация

Многолетним скринингом генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР выделено 105 образцов из 22 стран мира, обладающих групповой резистентностью к вирусу желтой мозаики (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) и мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* DC f. *lactucae* Jacz.), сопряженной с ценными фенотипическими признаками. Генотипы представляют практическую значимость в качестве исходного материала для селекции на иммунитет, равно и источника расширения сортимента продовольственной культуры салата (*Lactuca sativa* L.) в условиях Черноморского побережья Краснодарского края.

Ключевые слова: каталог генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР, салат (*Lactuca* L.), болезнь, *Lettuce mosaic virus*, *Sphaerotheca fuliginea* f. *lactucae*, источники резистентности, фенотипические признаки.

Abstract

Long-term screening of genetic resources of the genus *Lactuca* L. VIR has isolated 105 samples from 22 countries of the world with group resistance to the yellow mosaic virus (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) and powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea* DC f. *lactucae* Jacz.), associated with valuable phenotypic traits. Genotypes are of practical importance as a starting material for selection for immunity, as well as a source of expansion of the variety of lettuce food culture (*Lactuca sativa* L.) in the conditions of the Black Sea coast of the Krasnodar region.

Keywords: catalogue of genetic resources of the genus *Lactuca* L. VIR, lettuce (*Lactuca* L.), disease, *Lettuce mosaic virus*, *Sphaerotheca fuliginea* f. *lactucae*, sources of resistance, phenotypic traits.

Введение

Создание высокопродуктивных сортов салатов с резистентностью к экономически значимым болезням, возможно только на основе использования генетических ресурсов, сосредоточенных в мировой коллекции рода *Lactuca* L.ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851) [15, 17]. На экспериментальной базе Адлерской опытной станции – филиал ВИР в условиях малообъемной гидропоники проводится многолетняя репродукция коллекционных образцов для закладки семян на хранение в Генетический банк ФИЦ [1–14].

На основе эколого-географического мониторинга внутривидовой генотипической изменчивости образцов салатов, проводится отбор исходного материала для селекционных программ на иммунитет. Важнейшая компонента среди биотических факторов, значимо снижающих товарные качества, урожайность и семенную продуктивность растений – циркуляция в агроценозе салатов возбудителей желтой мозаики (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) и мучнистой росы (*Sphaerotheca fuliginea* DC f. *lactucae* Jacz.) [1, 6, 9, 10, 12–14].

Вирус желтой мозаики (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) индуцирует сортоспецифические патологии растений, проявляющиеся симптомами местного и/или системного характера – мозаика и некроз, кольцевая пятнистость и задержка ростовых процессов, израстание. Преобладающие признаки – неравномерность и мозаичность окраски, чередование темно-зеленой крапчатости с типично осветленными жилками листьев.

Патологические трансформации габитуса растений сопровождаются общим угнетением и карликовостью, деформацией и редуцированием листовой пластинки – морщинистость, нитевидность и некрозы с последующим отмиранием участков ткани.

Пораженные в сильной степени листовые формы образуют малоприспособленную для реализации укороченную розетку с ломкими и курчавыми листьями, а кочанные – не формируют головку. Семенные растения отличаются аномальным габитусом и карликовостью, фасциацией точки роста и укороченным стеблем, раздвоенными побегами и замакушиванием; израстанием цветков и уменьшением их числа [1, 4–6, 8–14, 19, 21, 22].

Мучнистая роса (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lactucae* Jacz.) относится к числу вредоносных и распространенных заболеваний листовых и кочанных салатов, культивируемых в сооружениях защищенного грунта. Начиная с фазы технической спелости, на листьях и черешках появляются пятна, с беловато-серым мучнистым налетом, состоящим из поверхностной грибницы, конидиального и сумчатого спороношения гриба. В период вегетации патоген интенсивно распространяется конидиями, а зимует – клейстотециями на пораженных растительных остатках. Оптимизирует развитие заболевания – интенсивная солнечная инсоляция и высокая температура, сквозное вентилирование теплиц.

Вредоносность болезни заключается в резком нарушении физиолого-биохимических процессов и существенном снижении ассимиляционной поверхности, что провоцирует угнетение роста и развития пораженных растений; формирование хлоротичных и непригодных к употреблению розетки и/или кочана. В фазы стеблевания-цветения фиксируется усыхание и разрушение листьев, цветоносов и, как следствие, снижение семенной продуктивности и гибель растений [2, 3, 7, 20].

С учетом темпов микроэволюции и внутривидовой изменчивости фитопатогенов по уровню вирулентности, необходим постоянный мониторинг резистентности, равно и скрининг других хозяйственно полезных качеств размножаемых генотипов [1–14, 16, 18].

Цель исследований – создать каталог образцов из мировой коллекции генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР, обладающих групповой резистентностью к желтой мозаике (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) и мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* f. *lactucae*), сопряженной с ценными фенотипическими признаками.

Материалы и методы

В течение 2007–2024 гг. на экспериментальной базе Адлерской ОС – филиал ВИР в условиях малообъемной гидропоники размножали и тестировали 950 образцов из мирового генофонда рода *Lactuca* ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851). Стандартными методами эколого-географического скрининга нами выделено 105 генотипов из 22 стран мира с групповой резистентностью к желтой мозаике (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) и мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* f. *lactucae*), сопряженной с ценными фенотипическими признаками. Показатели полиморфных признаков генотипов салатов ранжировали в баллах по модифицированным нами шкалам: «индекс групповой резистентности»_ *Igr* (*Igr* = балл): 0–1; «диаметр розетки» (см = *dr*) - 20...30 = 0,1–1; 31...40 = 1,1–2; 41...50 = 2,1–3; «масса розетки/кочана» (г/раст. = *mr/k*) - 150...200 = 0,1–1; 210...250 = 1,1–2; 260...300 = 2,1–3; «высота семенника» (см = *hs*) - 100...140 = 0,1–1; 150 ... 180 = 1,1–2; 190...220 = 2,1–3; «продуктивность семян» (г/раст. = *ps*) - 1...2 = 0,1–1; 2,1...3 = 1,1–2; 3,1...4 = 2,1–3; «вегетационный период» (сут. = *wp*): раннеспелые - 90...110 = 3–2,1; среднеспелые - 120...130 = 2–1,1; позднеспелые -

140...160 = 1–0,1. Арифметическим усреднением данные преобразовали в «индекс фенотипических признаков» I_{fp} (I_{fp} = балл): 0...1 – низкий; 1,1...2,0 – средний; 2,1...3,0 – высокий. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов программ Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Генотипы салатов, обладающие групповой резистентностью к желтой мозаике (*potivirus Lettuce mosaic virus_LMV*) и мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea f. lactucae*), сопряженной с ценными фенотипическими признаками, систематизировали по странам происхождения в соответствии с номерами постоянного и временного каталога мировой коллекции ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851). В коллекционных образцах, поступивших в результате научного обмена семенами, указаны страны происхождения в границах до 1990г.*

Страна происхождения – Россия – 33 генотипа [$(I_{gr} \pm S_{I_{gr}} = 0,61 \pm 0,01; I_{gr} \text{ min-max} = 0,42 - 0,77; C_v = 13,1\%)$; $(I_{fp} \pm S_{I_{fp}} = 2,47 \pm 0,03; I_{fp} \text{ min-max} = 2,15 - 2,87; C_v = 7,7\%)$; Уравнение регрессии: $Y_{I_{fp}} = 3,61 - 1,88 X_{I_{gr}}; Cr = -0,84 \pm 0,09$] (Рис. 1, 2).



Рисунок 1. Генотипы салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из России.

Статистически обосновано сходство, и различие образцов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе, сопряженной с ценными фенотипическими признаками: Местный №5 (к-1093), Новогодний (к-2040), Ред Кросс (к-2312), Ромэн Монтегро (к-2313), Жар птица (к-2316), Королевский пир (к-2317), Русский богатырь (к-2329), Гурман (вр.к-2402), Витаминный (вр.к-2867), Спаржевый (вр.к-2869), Полина (вр.к-2870), Волшебник (вр.к-2876), Изумрудное кружево (вр.к-2884), Отелло и Дездемона (вр.к-2885), Рубиновое кружево (вр.к-2887), Лифли (вр.к-2920), Разноцветное кружево (вр.к-3107), Берлинский желтый (вр.к-3108), Алые паруса (вр.к-3110), Вендетта (вр.к-3112), Кучерявец (вр.к-3124), Анапчанин (вр.к-3126), Гранатовые кружева (вр.к-3127), Эвридика (вр.к-3128), Кучерявец одесский (вр.к-3208), Джентелина (вр.к-3209), Задор (вр.к-3210), Луз Лив (вр.к-3212), Розан (вр.к-3258), Роселла (вр.к-3259), Бразильский карнавал (и:161617), Дубровский (и:161618), Боярский (и:161619).

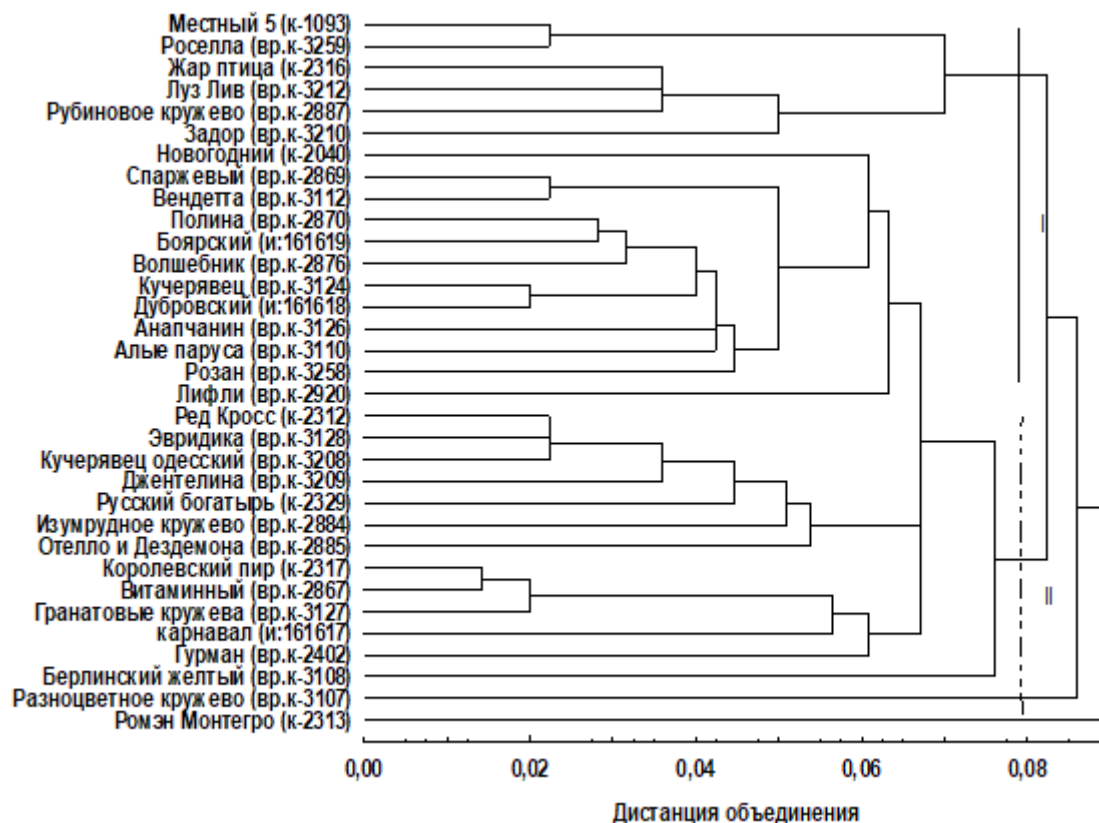


Рисунок 2. Дендрограмма сходства генотипов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из России.

Происхождение из стран Западной Европы: Нидерланды 21 генотип [($Igr \pm S_{Igr} = 0,66 \pm 0,03$; $Igr_{min-max} = 0,27-0,82$; $Cv = 23,1\%$); ($Ifp \pm S_{Ifp} = 2,26 \pm 0,05$; $Ifp_{min-max} = 1,80-2,78$; $Cv = 11,4\%$); Уравнение регрессии: $Y_{Ifp} = 3,18 - 1,41X_{Igr}$; $Cr = -0,77 \pm 0,14$]. Сходство, и различие образцов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе, сопряженной с ценными фенотипическими признаками, обосновано статистически: *Rotterdammer grosser gelber* (к-494), *Brunigel «braun»* (к-502), *Magiola* (к-1437), *Sorbon* (к-1973), *Campan* (вр.к-1248), *Dart Siberia RS* (вр.к-1913), *Rolina EZ* (вр.к-1967), *Tatiana* (вр.к-2238), Даймонд (вр.к-2940), Кармези (вр.к-3103), Диаболтин (вр.к-3220), Тамариндо (вр.к-3221), Росало (вр.к-3223), Фарито (E01E.10280, вр.к-3226), Ландау (вр.к-3238), Калифорния (вр.к-3243), Кранчита (вр.к-3244), Афицион (вр.к-3254), Сантаринас (вр.к-3255), Лагунас (вр.к-3257), Хьюджин (вр.к-3262) (Рис. 3, 4).



Рисунок 3. Генотипы салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из Нидерландов.

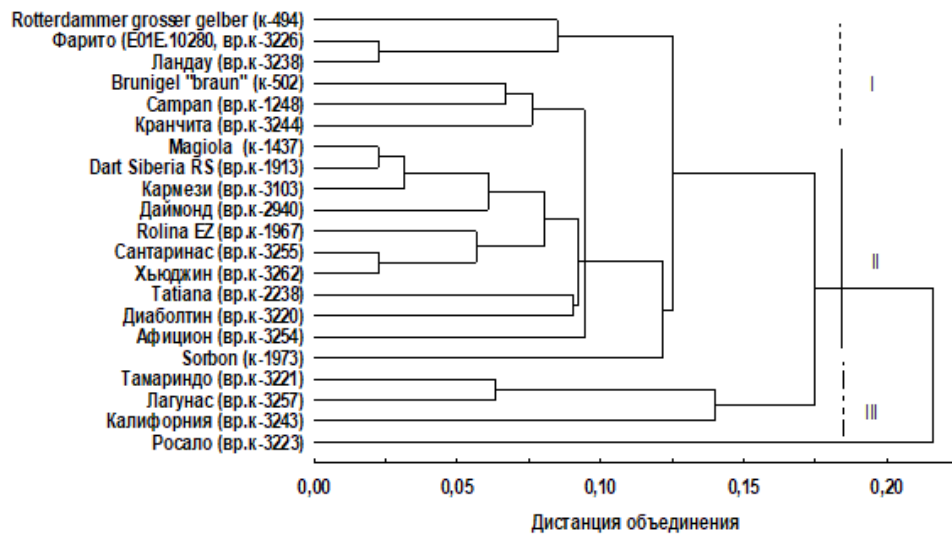


Рисунок 4. Дендрограмма сходства генотипов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из Нидерландов.

Происхождение из стран Северной, Центральной и Восточной Европы (в границах до 1990г.*) _17 генотипов [$Igr \pm S_{Igr} = 0,67 \pm 0,03$; $Igr_{min-max} = 0,35-0,86$; $Cv = 23,9\%$]; [$Iff \pm S_{Iff} = 2,31 \pm 0,07$; $Iff_{min-max} = 1,75-2,87$; $Cv = 12,5\%$];

Уравнение регрессии: $Y_{Iff} = 3,34 - 1,55 X_{Igr}$; $Cr = -0,82 \pm 0,14$] (Рис. 5, 6).



Рисунок 5. Генотипы салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из стран Зарубежной Европы.

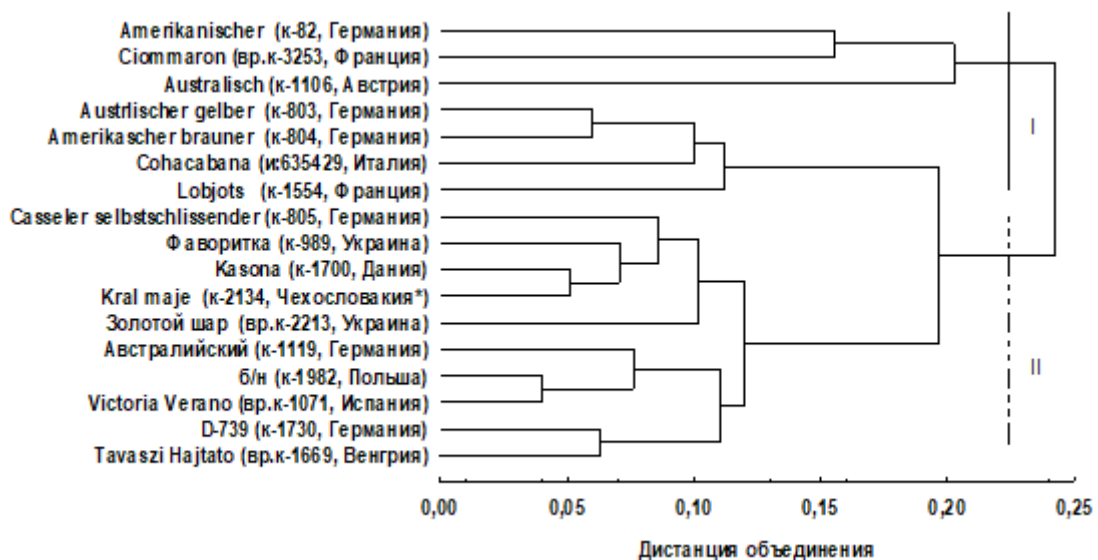


Рисунок 6. Дендрограмма сходства генотипов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из стран Зарубежной Европы (в границах до 1990г. *).

Подобие, и различие образцов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе, сопряженной с ценными фенотипическими признаками, обосновано статистически: **Германия** – *Amerikanischer* (к-82), *Austrlischer gelber* (к-803), *Amerikascher brauner* (к-804), *Casseler selbstschlissender* (к-805), Австралийский (к-1119), D-739 (к-1730); **Франция** – *Lobjots* (*Syn. Sutton White Heart cos*_ (к-1554), *Ciommaron* (вр.к-3253); **Украина** – Фаворитка (к-989), Золотой шар (вр.к-2213); **Дания** – *Kasona* (к-1700); **Австрия** – *Australisch* (к-1106); **Венгрия** – *Tavaszi Hajtato* (вр.к-1669); **Чехословакия*** – *Kral maje* (к-2134); **Польша** – б/н (к-1982); **Испания** – *Victoria Verano* (вр.к-1071); **Италия** – *Cohacabana* (и:635429).

Происхождение из стран Азии, Южной и Северной Америки _34 генотипа [$Igr \pm S_{Igr} = 0,65 \pm 0,02$; $Igr_{min-max} = 0,32-0,86$; $Cv = 20,1\%$]; [$Iff \pm S_{Iff} = 2,33 \pm 0,05$; $Iff_{min-max} = 1,70-2,93$; $Cv = 12,4\%$]; Уравнение регрессии: $Y_{Iff} = 3,50-1,80 X_{Igr}$; $Cr = -0,80 \pm 0,10$] (Рис. 7, 8).



Рисунок 7. Генотипы салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из стран Азии, Южной и Северной Америки.

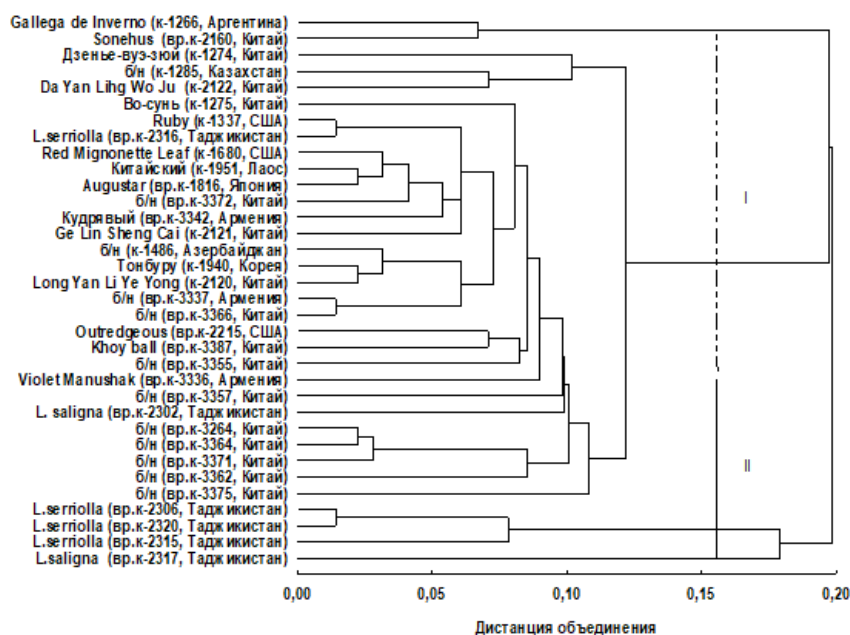


Рисунок 8. Дендрограмма сходства генотипов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе из стран Азии, Южной и Северной Америки.

Статистически обосновано сходство, и различие образцов салатов с групповой резистентностью к желтой мозаике и мучнистой росе, сопряженной с ценными фенотипическими признаками: **Китай** – Дзенье-вуэ-зюй (к-1274), Во-сунь (к-1275), *Long Yan Li Ye Yong* (к-2120), *Ge Lin Sheng Cai* (к-2121), *Da Yan Lihg Wo Ju* (к-2122), *Sonehus* (вр.к-2160), б/н (вр.к-3264), б/н (вр.к-3355), б/н (вр.к-3357), б/н (вр.к-3362), б/н (вр.к-3364), б/н (вр.к-3366), б/н (вр.к-3371), б/н (вр.к-3372), б/н (вр.к-3375), *Khoi ball* (вр.к-3387); **Таджикистан** – *L. saligna* (вр.к-2302), *L. serriolla* (вр.к-2306), *L. serriolla* (вр.к-2315), *L. serriolla* (вр.к-2316), *L. saligna* (вр.к-2317), *L. serriolla* (вр.к-2320); **Армения** – *Violet Manushak* (вр.к-3336), б/н (вр.к-3337), Кудрявый (вр.к-3342); **Япония** – *Augustar* (вр.к-1816); **Казахстан** – б/н (к-1285); **Корея** – Тонбуру (к-1940); **Лаос** – Китайский (к-1951); **Азербайджан** – б/н (к-1486); **США** – *Ruby* (к-1337), *Red Mignonette Leaf* (к-1680), *Outredgeous* (вр.к-2215); **Аргентина** – *Gallega de Inverno* (к-1266).

Выводы. Таким образом, на основе многолетнего эколого-географического скрининга 950 образцов салатов из мирового генофонда рода *Lactuca* L. ВИР, составлен каталог 105 генотипов из 22 стран мира с групповой резистентностью к желтой мозаике (*potivirus Lettuce mosaic virus LMV*) и мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* f. *lactucae*, сопряженной с ценными фенотипическими признаками). Генотипы представляют практическую ценность как исходный материал для селекционных программ на иммунитет, равно и расширения сортимента продовольственной культуры салатов в условиях Черноморского побережья Краснодарского края.

Работа выполнена в рамках государственных заданий ВИР: №0662-2019-0003; Код-шифр_FGEM-2024-0003.

1. Гринько Н.Н. Взаимосвязь восприимчивости к вирусу желтой мозаики с фенотипическими признаками листовой разновидности салата из коллекции ВНИИР им. Н.И.Вавилова// Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: Матер. докл., сообщ. II Межд. науч. - практ. конф. ВНИИССОК, 2 – 4 августа 2010г. – М.: ВНИИССОК, 2010. – Т. 1. – С. 215 – 223.
2. Гринько Н.Н. Генетические ресурсы рода *Lactuca* L. ВИР – взаимосвязь фенотипических признаков с групповой устойчивостью к антракнозу (*Microdochium panattonianum*) и мучнистой росе (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lactucae*) // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2022. – № 86. – Ч.2. – С. 122–131. <http://ljournal.ru/> doi: 10.18411/trnio-06-2022-83.
3. Гринько Н.Н. Генетические ресурсы рода *Lactuca* L. ВИР – полиморфизм устойчивости к мучнистой росе (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lactucae* Jacz.) // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2022. – № 83. – Ч.1. – С. 132 – 137. <http://ljournal.ru/> doi: 10.18411/trnio-03-2022-37.
4. Гринько Н.Н. Генофонд рода *Lactuca* L. ВИР – источник устойчивых к вирусу желтой мозаики (*potivirus Lettuce mosaic virus*) генотипов салатов с ценными фенотипическими признаками // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2023. – №94. – Ч.6.–С. 93–100. doi:10.18411/trnio-022-2023-316.
5. Гринько Н.Н. Дифференциация генетических ресурсов *Lactuca sativa* ВИР по устойчивости к *Lettuce mosaic virus* и фенотипическим признакам// Наука и современность 2018: Сб. науч. тр. XXXVII межд. науч.- практ. конф. 29–30 марта 2018г. – М.: Евразийское научное объединение (ЕНО), 2018. – № 3 (37). – Ч. 2. – С.77–81.
6. Гринько Н.Н. Иммунологическая характеристика генетических ресурсов *Lactuca sativa* L. мировой коллекции ВИР// Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. – №57. – Ч.3. – С. 42–46. doi:10.18411/lj-12-2019-51.
7. Гринько Н.Н. Каталог генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР резистентных к мучнистой росе (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lactucae* Jacz.) в условиях Черноморского побережья Краснодарского края// Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2025. – № 119. – Ч.3. – С. 125–131. «Ljournal» – <http://ljournal.org/>. doi: 10.18411/trnio-03-2025-112.
8. Гринько Н.Н. Каталог генетических ресурсов рода *Lactuca* L. ВИР устойчивых к вирусу желтой мозаики (*potivirus Lettuce mosaic virus*) в условиях Черноморского побережья Краснодарского края //

- Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2024. – № 106. – Ч.7. – С. 99–106. «Ljournal» – <http://ljournal.org/>. doi: 10.18411/trnio-02-2024-397.
9. Гринько Н.Н. О сопряженности между восприимчивостью к вирусу желтой мозаики и фенотипическими признаками у листовой разновидности салата из геноресурсной мировой коллекции ВИР// Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 5. – С. 86 – 90.
 10. Гринько Н. Н. Сопряженность восприимчивости к вирусу желтой мозаики с фенотипическими признаками листовой разновидности салата// Вестник РАСХН. – 2011. – № 4. – С. 52 – 55.
 11. Гринько Н.Н., Туренко В.П. Иммунологическая и хозяйственная оценка сортов салата из мирового генфонда ВИР// Вісник Харківського нац. аграр. ун-ту ім. В.В.Докучаєва: сер. «Фітопатологія та ентомологія». – Харків, 2013. – №10. – С. 78–83.
 12. Гринько Н.Н., Туренко В.П. Иммунологический тест на устойчивость к болезням сортов салата из генфонда ВИР, размножаемых в условиях малообъемной гидропоники// Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: Матер. 6-й науч. - практ. конф. Краснодар, 17 – 21 июня 2013 г. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – С. 72 – 74.
 13. Гринько Н.Н., Туренко В.П. Скрининг генресурсов диких сородичей *Lactuca sativa* L. на устойчивость к болезням// Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: матер. 7-й межд. науч.- практ. конф. Краснодар, 15–19 июня 2015г. – Краснодар, 2015. – С. 67 – 70.
 14. Гринько Н.Н. Фенотипическая изменчивость инфицированных вирусом желтой мозаики салатов кочанной разновидности из коллекции ВИР им. Н.И.Вавилова //Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ/ ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. – М., 2012. – Т. XXXIV. – Ч. 1. – С. 213 – 219.
 15. Идентифицированный генфонд овощных растений //Коллектив авторов. Под. ред. В.И.Буренина. – СПб.: ВИР, 2007. – Ч. 4. – 70с.
 16. Жученко А.А. Генетическая природа адаптивного потенциала возделываемых растений// Идентифицированный генфонд растений и селекция. – СПб.: ВИР, 2005. – С. 36 –101.
 17. Культурная флора СССР: Листовые овощные растения// Под общ. рук-вом акад. ВАСХНИЛ В.Ф.Дорофеева. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 304с.
 18. Попов Е. Б., Драгавцев В. А., Малецкий С. И. Три кита эконики: Истоки и перспективы нового направления в общей биологии. – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. – 132 с.
 19. Karannfill Ali, Cevik Bayram, Korkmazi Savas. Detection of Lettuce mosaic virus infection in South Marmara Region of Turkey and coat protein gene characterization// Zeminbyste-Agriculture. – 2018. – Vol. 105, N. 4. – P. 363 – 368. doi: 10.13080/z-a.2018.105.046.
 20. Lebeda A., Mieslerova B. Taxonomy, distribution and biology of lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum sensu stricto*)// Plant Pathology. – 2011. – № 60. – P. 400–415.
 21. Seungmo Lim, Fumei Zhao, Ran Hee Yoo, Davaajargal Igori, Su-Heon Lee, Hyoun-Sub Lim, Jae Sun Moon. Characteristics of a Lettuce mosaic virus Isolate Infecting Lettuce in Korea// Plant Pathol J. – 2014. – Vol. 30, N. 2. – P. 183 – 187.
 22. Sharma P., Jain R. K., Saha S., Kalia P. First Report of Lettuce mosaic virus Infecting *Lactuca sativa* in India// Division of Plant Pathology. – 2017, Vol. 101, N. 8. – P. 1560.

Гринько Н.Н., Тарасенко В.С., Мальцева Т.Г.

К истокам интродукции и натурализации тропических культур: папайя (*Carica papaya* L.) на Черноморском побережье Краснодарского края

Адлерская опытная станция (ф) ФГБНУ ФИЦ
ВИГРР им. Н.И.Вавилова (ВИР)
(Россия, Сочи)

Аннотация

Обобщено научное наследие Лауреата Государственной премии РФ Тарасенко В.С. – родоначальника интродукции и натурализации тропических плодовых культур на экспериментальной базе Адлерской опытной станции НИИОХ (ныне Адлерская опытная станция – филиал ВИР). Разработаны регламенты выращивания растений папайи (*Carica papaya* L.) в культивационных сооружениях, с аварийным обогревом в осенне-зимний период, на Черноморском побережье Краснодарского края.

Ключевые слова: Тарасенко В.С., интродукция, натурализация, тропические плодовые культуры, папайя (*Carica papaya* L.).

Abstract

The scientific heritage of the Laureate of the State Prize of the Russian Federation Tarasenko V.S. – the founder of the introduction and naturalization of tropical fruit crops at the experimental base of the Adler experimental station НИОХ (now the Adler experimental station – a branch of VIR). For the first time regulations for growing papaya (*Carica papaya* L.) in cultivation facilities with emergency heating in the autumn-winter period on the Black Sea coast of the Krasnodar region.

Keywords: Tarasenko V.S., introduction, naturalization, tropical fruit crops, papaya (*Carica papaya* L.).

Введение

Созданная в июне 2024 года в Сочи автономная некоммерческая организация «Академия Развития Субтропического Сельского Хозяйства»_АРССХ анонсировала широкомасштабный проект – включение в госпрограмму импортозамещения – выращивание новых видов тропической и субтропической плодовой продукции [1, 6, 8, 11].

Вышеозначенное, обусловило необходимость обратиться к истокам интродукции, натурализации и выращивания тропических культур на Черноморском побережье Краснодарского края. Родоначальник использования уникального биоклиматического потенциала влажных субтропиков для культивирования экзотических плодовых растений – Тарасенко Валентин Семенович: директор (1972–2006 гг.) Адлерской опытной станции НИИОХ (ныне Адлерская опытная станция – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И.Вавилова (ВИР), кандидат сельскохозяйственных наук, Лауреат Государственной премии РФ (1999г.), «Заслуженный работник сельского хозяйства РФ» (2005г.). В 1981г., работая советником в группе специалистов МСХ СССР в странах Азии, Африки и Латинской Америки, интродуцировал ряд тропических культур, включая папайю [5, 12].

Папайя (*Carica papaya* L.)_ дынное дерево – типичная плодовая культура влажных тропиков. Плоды, широко используемые населением тропических стран для питания, содержат: углеводов – 11%, протеина – 5%, органических кислот – 0,5%, витамина С до 80–90 мг%, включая провитамин А. Их употребляют в пищу свежими, в сухом и замороженном виде, перерабатывают на соки, джемы, компоты и другие продукты. Зеленые плоды, листья и ветки используют в кулинарии так же, как овощи. Урожай плодов составляет 40–70т/га и является важной статье экспорта [9, 10].

В тканях растений и незрелых плодах в большой концентрации содержится комплекс протеолитических ферментов. Наиболее изученные протеиназы – папаин,

широко используемый в фармакологии и текстильной промышленности. С 1 дерева получают до 500г сухого препарата [9, 10, 15].

Материалы и методы

С 1981 по 1989гг. культивировали 25 растений папайи в огражденных полиэтиленовой пленкой каркасных теплицах. В осенне-зимний период температурный оптимум для вегетации растений +22–26°C поддерживали с помощью аварийного калориферного обогрева. С мая по октябрь растения вегетировали без укрытия. Продолжительность процесса закаливания растений составляла 10–14 сут.: вентилировали в ночные часы через боковое ограждение, двери и прорезанные окна в пленке, которую потом снимали полностью. Температура выше 30°C оказывала отрицательное влияние на цветение и плодоношение культуры.

Семена, обработанные 0,04% - ным раствором марганцовокислого калия, высевали в ящики с речным песком. Температура на глубине 1 см посева составляла утром: +16–19°C, а в дневные и вечерние часы: + 35–38°C. Полив проводили ежедневно теплой водой. Массовые всходы появились через 10–14 сут. На 60–70 сут. рассаду, высотой 10–13 см с 6–7 листьями, пересадили в заполненные (соотношение 8:2) дерновой почвой с торфом пленочные контейнеры. Через 40 сут. проводили подкормку рассады 0,3%-ным раствором калийной селитры и высадили в грунт теплицы. При посадке 2x1,5м, высота саженцев составляла 20–40 см, число листьев 6–11, диаметр стебля 1–2 см. Часть саженцев в контейнерах зарезервировали как страхфонд для «ремонта» посадок. Полив проводили 1 раз в неделю, а подкормки корректировали с учетом содержания элементов питания в листьях растений [12].

Папайя в основном перекрестноопыляемое растение, в зависимости от погоды опыляется ветром или насекомыми. Цветки папайи формируются в соцветиях, которые появляются в пазухах листьев: женские – вблизи стебля, а мужские – более мелкие по размеру, на соцветии длиной 60 – 90 см. Через 155 сут. после посева растения вступили в фазу цветения, 48% из которых оказались мужскими. В теплице, площадью 220 м² и высотой 3,2м, оставили 1 мужское растение, обеспечивающее опыление 20 женских экземпляров, а на освободившееся место высадили рассаду. Для формирования кроны за счет боковых ветвей, после сбора плодов основной стебель срезали на высоту 50–70см [12]. Фенологические, морфологические признаки и пораженность растений антракнозом (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), учитывали общепринятыми методами. Экспериментальные данные ранжировали в баллах по модифицированным нами шкалам, а показатели признаков обозначали начальными буквами в англо–латинской транскрипции (Табл. 1.).

Таблица 1.

Ранжирование показателей фенотипических признаков по баллам

Признаки	Разнообразие	Балл b
Период цветение–биологическая спелость, сут._wp	180...200 (раннеспелые)	3...2,1
	201...220 (среднеспелые)	2...1,1
	221...240 (позднеспелые)	1...0,1
Высота ствола (trunk), см_htr	120...160	0,1...1
	161...190	1,1...2
	191...230	2,1...3
Диаметр ствола (trunk), см_dtr	14...16	0,1...1
	17...19	1,1...2
	20...22	2,1...3
Диаметр кроны (crown), см_dcr	150...170	0,1...1
	171...190	1,1...2
	191...220	2,1...3
Число листьев (folium), шт_nfol	30...36	0,1...1
	37...42	1,1...2
	43...50	2,1...3
Число плодов (fructus), шт_nfr	60...75	0,1...1

	76...85	1,1...2
	86...95	2,1...3
	2,3...4	0,1...1
Диаметр плода (<i>fructus</i>), см_dfr	4,1...5	1,1...2
	5,1...6	2,1...3
	0,6...0,9	0,1...1
Масса плода (<i>fructus</i>), кг_mfr	0,91...1	1,1...2
	1,1...1,3	2,1...3
	45...65	0,1...1
Продуктивность (<i>productivity</i>), кг/раст._pr	66...80	1,1...2
	80...95	2,1...3

Для снижения развития антракноза использовали триходермин на основе штамма гриба-антагониста *Trichoderma harzianum* Rifai ВКМ F- 2477Д, который получали в соответствии с разработанным нами биологическим регламентом [2]. Растения 3-хкратно с интервалом 7–10 сут. опрыскивали 1%-ной суспензией биопрепарата, а пораженные участки стеблей инокулировали гелеобразной пастой: триходермин – 50г + NaКМЦ – 5г + овсяная мука – 2г.

Для статистической обработки экспериментальных данных использовали пакеты программ Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Обоснован значимый полиморфизм фенологических и морфологических признаков растений по годам исследований. По признаку «период цветения – биологическая спелость»_ *wp* установлено, что продолжительность фазы цветения – появления завязи составляла 14–20сут. Стадия созревания плодов отличалась низким уровнем изменчивости растений ($wp_{min-max}$ сут. = 180–240±2,8; $wp_s = 216,6 / 0,1-3±0,13$; $wp_s = 1,36$; $\sigma = 19,5/0,94$; $Cv = 9,1/ 69,1\%$). Минимальная продолжительность периода до созревания плодов ($wp = 210,8-216,9 / 1,39-1,59$) определена в 1985–1988гг., максимальная – ($wp = 229,2 / 0,83$) в 1989г. (Рис. 1.).

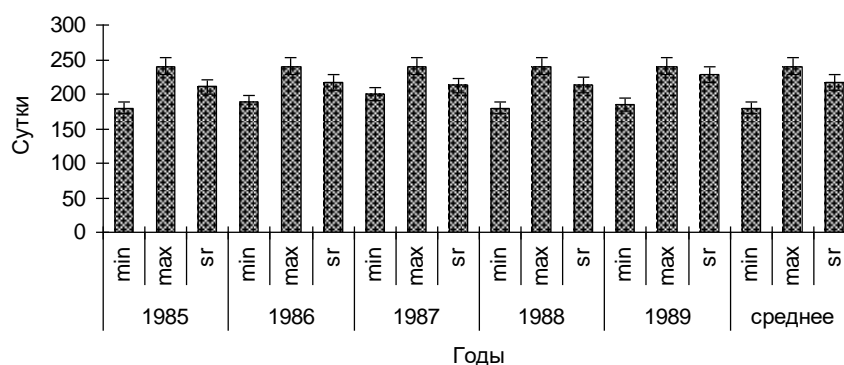


Рисунок 1. Период цветения–биологическая спелость папайи.

По признаку «высота ствола»_ *htr* обоснована существенная степень варьирования растений ($htr_{min-max}$ см/балл = 120–230±5,32; $htr_s = 181,7 / 0,1-3±0,13$; $htr_s = 1,87$; $\sigma = 36,9 / 0,93$; $Cv = 20,3 / 49,7\%$). Высокий показатель ($htr_s = 184,1-188,5 / 2,1-1,99$) зафиксирован в 1986–1987гг., средний – ($htr_s = 176,9-180,1 / 1,78-1,86$) в 1985 и 1988–1989гг. (Рис. 2.).

По признаку «диаметр ствола»_ *dtr* установлен средний уровень изменчивости растений ($dtr_{min-max}$ см/балл = 14–22±0,34; $dtr_s = 19,1 / 0,1-3±0,11$; $dtr_s = 1,99$; $\sigma = 2,38 / 0,78$; $Cv = 12,5 / 39,1\%$). Высокий показатель ($dtr_s = 19-19,7 / 2,2-1,99$) отмечен в 1987–1989гг., средний – ($htr_s = 18,7 / 1,76-1,91$) в 1985–1986гг. (Рис. 2.).

По признаку «диаметр кроны»_ *dcr* подтверждена незначительная степень изменчивости растений ($dcr_{min-max}$ см/балл = 150–220±2,05; $dcr_s = 183,5 / 0,1-3±0,11$; $dcr_s =$

1,83; $\sigma = 14,3 / 0,76$; $Cv = 7,8 / 41,5\%$). Высокий показатель ($dcr_s = 190 / 2,1$) определен в 1989г., средний – ($dcr_s = 179,5 - 183,7 / 1,63 - 1,82$) в 1985 – 1988гг. (Рис. 2).

По признаку «число листьев» $nfol$ доказан средний уровень полиморфизма растений ($nfol_{min-max}$ шт/балл = $30 - 50 \pm 0,93$; $nfol_s = 41,7 / 0,1 - 3 \pm 0,11$; $nfol_s = 2,01$; $\sigma = 6,44 / 0,93$; $Cv = 15,4 / 46,3\%$). Высокий показатель ($nfol_s = 42 - 42,2 / 2,01 - 2,18$) зафиксирован в 1985 – 1987гг., средний – ($nfol_s = 40,7 - 41,7 / 1,89 - 2,02$) в 1988 – 1989гг. (Рис. 2).

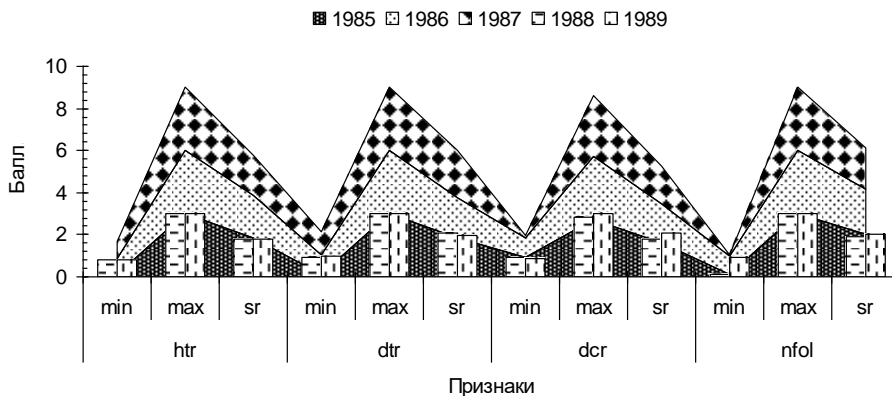


Рисунок 2. Ранжирование растений папайи по фенотипическим признакам. Условные обозначения: htr - высота ствола, dtr - диаметр ствола, dcr - диаметр кроны, nfol - число листьев; балл: min - минимум, max - максимум, sr - среднее.

Обоснован существенный полиморфизм показателей продуктивности растений по годам. По признаку «число плодов» nfr определена средняя степень вариабельности растений ($nfr_{min-max}$ шт/балл = $60 - 95 \pm 1,32$; $nfr_s = 75,1 / 0,1 - 3 \pm 0,11$; $nfr_s = 1,47$; $\sigma = 9,19 / 0,77$; $Cv = 12,2 / 52,4\%$). Высокий показатель ($nfr_s = 77 - 77,7 / 1,6 - 1,67$) определен в 1988 – 1989гг., средний – ($nfr_s = 76 - 75,6 / 1,58 - 1,44$) в 1985 и 1987г., минимальный – ($nfr_s = 69,4 / 1,05$) в 1986 г. (Рис. 3).

По признаку «диаметр плода» dfr доказан значимый уровень изменчивости растений ($dfr_{min-max}$ см/балл = $2,3 - 6 \pm 0,16$; $dfr_s = 4,11 / 0,1 - 3 \pm 0,12$; $dfr_s = 1,43$; $\sigma = 1,08 / 0,81$; $Cv = 26,5 / 56,6\%$). Высокий показатель ($dfr_s = 4,49 - 4,51 / 1,61 - 1,67$) отмечен в 1986 – 1987гг., средний – ($dfr_s = 4,17 / 1,53$) в 1988г, минимальный – ($dfr_s = 3,62 - 3,78 / 1,17$) в 1985 и 1989гг. (Рис. 3).

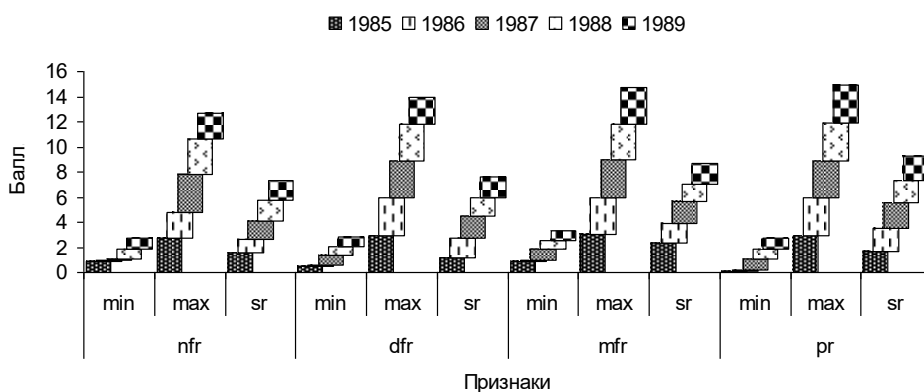


Рисунок 3. Показатели продуктивности растений папайи. Условные обозначения: nfr - число плодов, dfr - диаметр плода, mfr - масса плода, pr - продуктивность растений; балл: min - минимум, max - максимум, sr - среднее.

По признаку «масса плода» mfr доказана средняя степень варьирования растений ($mfr_{min-max}$ кг/балл = $0,6 - 1,3 \pm 0,02$; $mfr_s = 0,98 / 0,1 - 3 \pm 0,12$; $mfr_s = 1,74$; $\sigma = 0,19 / 0,85$; $Cv = 19,4 / 48,8\%$). Высокий показатель ($mfr_s = 1,12 / 2,39$) определен в 1985г., средний – ($mfr_s = 0,95 - 0,98 / 1,48 - 1,82$) в 1986 – 1987, 1989гг., минимальный – ($mfr_s = 0,88 / 1,38$) в 1988г. (Рис. 3).

По признаку «продуктивность растений» pr подтвержден значимый уровень вариабельности растений ($pr_{\min-\max}$ кг/балл = 45–95±2,49; $pr_s = 74,4 / 0,1-3 \pm 0,14$; $pr_s = 1,86$; $\sigma = 17,3/1,03$; $Cv = 23,2/55,4\%$). Высокий показатель ($pr_s = 78,8 / 2,09$) зафиксирован в 1987г., средний – ($pr_s = 73,4 - 74,9/1,84-1,95$) в 1986, 1988 – 1989гг., минимальный – ($pr_s = 70,8 / 1,63$ в 1985г. (Рис. 3.).

Регрессионным анализом на высоком уровне значимости ($P < 0,01$) доказана существенная положительная корреляционная связь между средними показателями фенотипических признаков растений папайи (Табл. 2.).

Характерно, что данные по признакам: «число плодов» nfr , «масса плода» mfr , «продуктивность растений» pr превышали известные в литературе сведения соответственно в 3,1–1,6–3,7 раза [9, 10].

Таблица 2.

Корреляционные связи фенотипических признаков растений папайи

Высота ствола, см htr (X)		
Диаметр ствола, см dtr	$Y = 4,78 + 0,08 X$	$Cr = 0,95 \pm 0,12$
Диаметр кроны, см dcr	$Y = 64,5 + 0,65 X$	$Cr = 0,86 \pm 0,20$
Число листьев, шт $nfol$	$Y = 3,18 + 0,21 X$	$Cr = 0,91 \pm 0,17$
Число плодов, шт nfr	$Y = 33,7 + 0,23 X$	$Cr = 0,85 \pm 0,20$
Масса плода, г mfr	$Y = -0,21 + 0,01 X$	$Cr = 0,85 \pm 0,20$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -35,4 + 0,60 X$	$Cr = 0,81 \pm 0,23$
Диаметр ствола, см dtr (X)		
Диаметр кроны, см dcr	$Y = 29,5 + 8,05 X$	$Cr = 0,88 \pm 0,19$
Число листьев, шт $nfol$	$Y = -6,12 + 2,50 X$	$Cr = 0,89 \pm 0,19$
Число плодов, шт nfr	$Y = 27,9 + 2,47 X$	$Cr = 0,77 \pm 0,26$
Масса плода, г mfr	$Y = -0,61 + 0,08 X$	$Cr = 0,85 \pm 0,20$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -72,3 + 7,67 X$	$Cr = 0,85 \pm 0,20$
Число листьев, шт $nfol$ (X)		
Диаметр кроны, см dcr	$Y = 67,1 + 2,79 X$	$Cr = 0,85 \pm 0,2$
Масса плода, г mfr	$Y = -0,10 + 0,02 X$	$Cr = 0,74 \pm 0,27$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -24,9 + 2,38 X$	$Cr = 0,74 \pm 0,27$
Диаметр кроны, см dcr		
Число плодов, шт nfr	$Y = 28,8 + 0,25 X$	$Cr = 0,72 \pm 0,28$
Масса плода, г mfr	$Y = -0,64 + 0,01 X$	$Cr = 0,83 \pm 0,22$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -71,3 + 0,79 X$	$Cr = 0,81 \pm 0,23$
Число плодов, шт nfr (X)		
Диаметр плода, см dfr	$Y = -3,94 + 0,10 X$	$Cr = 0,87 \pm 0,20$
Масса плода, г mfr	$Y = -0,70 + 0,02 X$	$Cr = 0,74 \pm 0,27$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -93,7 + 2,24 X$	$Cr = 0,80 \pm 0,23$
Диаметр плода, см dfr		
Масса плода, г mfr	$Y = 0,25 + 0,18 X$	$Cr = 0,73 \pm 0,27$
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = 3,45 + 18,13 X$	$Cr = 0,78 \pm 0,25$
Диаметр плода, см dfr		
Продуктивность, кг/раст. pr	$Y = -14,3 + 90,52 X$	$Cr = 0,98 \pm 0,08$

Статистически обосновано существенное различие растений папайи по анализируемым признакам: «период цветения – биологическая спелость» wp , «высота ствола» htr , «диаметр ствола» dtr , диаметр кроны dcr , «число листьев» $nfol$, «число плодов» nfr , «диаметр плода» dfr , «масса плода» mfr , «продуктивность растений» pr ($P < 0,001$); $wp - htr - dtr - dcr - nfol - nfr - dfr - mfr - pr: F_{\phi} (16,54 - 19,51 - 16,56 - 13,22 - 16,14 - 12,01 - 36,61 - 11,18 - 18,89) > F_{01} (7,17)$.

Проведенные в 1988–1989гг. исследования позволили выделить латекс, а после переработки в вакуумном сушильном шкафу – получить коммерческий фермент папаин. С 10 плодов за 1 подпочку в среднем получали 18–20г. латекса, а выход папаина составлял 4,4–5,0 г. [12].

В 1987г. на растениях папайи зафиксировали прогрессирующее развитие пятнистостей и гнилей не установленной этиологии. Из пораженных растений выделили,

идентифицированный нами по морфологическим признакам, гриб *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. – возбудитель вредоносного и повсеместно распространенного заболевания антракноза. Характерные признаки на пораженных участках листьев: формирование многочисленных мелких темно-коричневых пятен; стволов и плодов: округлые бурые пятна, впоследствии сливающихся в язвы, покрытые ацервулами розового цвета и черными микросклероциями гриба. Существенное влияние на патогенез, как и у других видов *Colletotrichum*, оказывают абиотические факторы внешней среды, оптимизирующие скорость размножения и циркуляцию инокулюма гриба (конидии, хламидоспоры и микросклероции) в ценозе папайи; внутривидовая гетерогенность по уровню агрессивности [7, 13–17].

Для снижения вредоносности антракноза апробировали оригинальный штамм гриба–антагониста *Trichoderma harzianum* Rifai ВКМ F-2477Д. Высокая биологическая активность и способность штамма ферментировать фунгитоксически активные полифенолы, обеспечивают функционирование в широком диапазоне условий среды, и интенсивную колонизацию пораженных микозами тканей овощных, древесных и плодовых культур [3–5]. На листьях, стволах и плодах модельных растений отмечалось снижение антракноза соответственно в 5,2–4,7–3,8 раза по сравнению с контролем, а биологическая эффективность составила в среднем 80,9–78,6–74,1% (Рис. 4.).

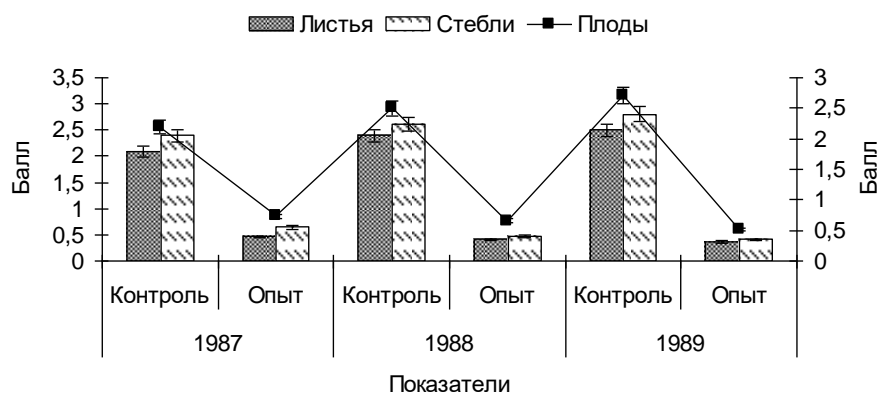


Рисунок 4. Влияние штамма *T. harzianum* ВКМ F-2477Д на пораженность растений папайи антракнозом.

Выводы. Таким образом, проведенные в 1981–1989гг. исследования подтвердили возможность выращивания растений папайи (*Carica papaya* L.) в культивационных сооружениях, с аварийным обогревом в осенне-зимний период, на Черноморском побережье Краснодарского края. Регламенты выращивания растений, равно и получения фермента папаина, частично опубликованы, а также хранятся в архиве Адлерской ОС – филиал ВИР [12].

В 1990г. проект завершили, как нерентабельный, ввиду многократного повышения цен на энергоносители в преддверие распада Советского Союза.

Несмотря на это, благодаря масштабному мышлению и широкой эрудиции, глубоким научным знаниям и увлеченности любимым делом, Тарасенко В.С. решил проблему ресурсоэкономного расширения ассортимента тропических культур на Черноморском побережье Краснодарского края.

В 1988г. интродуцировал сортовой посадочный материал актинидии китайской (*Actinidia chinensis* L.)_киви из Болгарии. Впервые, на экспериментальной базе Адлерской ОС на площади 5,5 га. заложили единственную в России, промышленную плантацию киви. Vegetирующая и донныне, как живой памятник Тарасенко В.С., генетическая коллекция изумительной красоты экзотической плодово–декоративной культуры – бесценный источник признаков для селекции, равно и расширения ассортимента тропических растений на Черноморском побережье Краснодарского края [5].

1. Автономная некоммерческая организация «Академия Развития Субтропического Сельского Хозяйства» АРССХ// www.rusprofill.ru/13.06.2024; www.sochi.tpprf.; www.spark-interfax.ru.
2. Гринько Н.Н. Биотехнологические аспекты культивирования штамма *Trichoderma harzianum* Rifai ВКМ F-2477Д// Вестник РАСХН. – 2004. – № 1. – С. 57 – 61.
3. Гринько Н.Н. Вирусное усыхание актинидии китайской в субтропиках России// Вестник РАСХН. – 2008. – № 4. – С. 55 – 57.
4. Гринько Н.Н., Стрелков Е. А. Монофенол-монооксигеназная активность штамма *Trichoderma harzianum* Rifai ВКМ F-2477Д// Биол. защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: Матер. межд. науч.-практ. конф., Краснодар, 20 – 22 сентября 2006г. – Краснодар, 2006. – Вып. 4.– С. 232 – 234.
5. Гринько Н.Н., Тарасенко В.С. К истокам интродукции, натурализации и промышленного культивирования актинидии китайской (*Actinidia chinensis* L.) киви на Черноморском побережье Краснодарского края // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования»: Изд. НЦ «LJournal», Самара, 2022. – № 87. – Ч. 2. – С. 136–141. <http://ljournal.ru/>. doi: 10.18411/trnio-07-2022-74
6. Денисова Г. Банановые перспективы российских субтропиков. Инвесторы хотят импортозаместить экзотические фрукты// www.agroinvestor.ru _ 4.07. 2025.
7. Помазков Ю.И. Защита растений в тропиках и субтропиках. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208с.
8. Развитие субтропического сельского хозяйства в России// [www.gazder.ru.](http://www.gazder.ru/) 4.02. 2025г.
9. Россинский В.И. Возделывание дынного дерева на Гагрском опорном пункте ГБС АН СССР// Бюллетень Главного Ботанического сада. – М.: Наука, 1984. – Вып. 132. – С. 37–40.
10. Рурст Г.П. Некоторые биологические особенности дынного дерева в условиях оранжерейной культуры// Известия АН СССР, сер. Биологическая. – М., 1971. – № 5. – С. 755–761.
11. Субтропическое сельское хозяйство Сочи: истоки, наследие и перспективы// www.sochi.tppr.ru.
12. Тарасенко В.С., Мальцева Т.Г. Выращивание тропических культур с использованием каркасных пленочных теплиц с аварийным обогревом// Овощеводство в зоне влажных субтропиков Краснодарского края: Сб. науч. тр. Адлерской ООС. – М., 1987. – С. 86 – 90.
13. Arneti Arneti, Yenny Liswarni, Rifa Edriwilya. Effectiveness of papaya leaf extract in vitro against *Colletotrichum gloeosporioides*, the pathogen of the anthracnose disease on red pepper // Archives, 2020. – Vol. 4, №1.–С. 1–10: <https://doi.org/10.25077/jpt.4.1.1-10.2020>.
14. Carvalho Vera Ney R., Da Ponte José Júlio. Doencas do mamoeiro no estado do Ceará, Brasil// Fitossanidade, 1982–1985. – № 6–9. – С. 106–108.
15. Giordani R., Siepai O.M. Antifungal action of *Carica papaya* latex isolation of fungal cell wall hydrolyzing enzymes// Mycoses, 1991. – №34. – С. 469–470.
16. Gupta A.K., Pathak V.N. Some new fungus associated with papaya fruits// Indian Phytopathol., 1988. – Vol. 41, № 3. – С. 479–480.
17. Dickman M.B. and Alvarez A.M.. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*// Plant Disease, 1983. – № 67. – С. 748–750.

Лебединский А.А.
Аксантизм у краснобрюхой жерлянки (*Bombina bombina*) из Нижегородской области

*Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского
(Россия, Нижний Новгород)*

Аннотация

Работа содержит информацию о случае аксантизма у краснобрюхой жерлянки (*Bombina bombina* L., 1761), пойманной в мае 2019 г. в Нижегородской области. Обнаруженная аномалия проявляется в отсутствии характерных для этого вида бесхвостых земноводных красных или оранжевых пятен в окраске нижней части туловища, ног и головы.

Ключевые слова: краснобрюхая жерлянка, аксантизм.

Abstract

The work provides information about a case of axanthism in a firebelly toad (*Bombina bombina* L., 1761) caught in May 2019 in the Nizhny Novgorod region. It manifests itself in this individual in the absence of red or orange spots in the color of the lower part of the body, head and limbs, characteristic of this species. At the same time, the coloration of the upper part of the body of this individual is not anomalous; it is completely typical for the firebelly toad.

Keywords: firebelly toad, axanthism.

Аномалии окраски различных видов бесхвостых амфибий неоднократно описывались разными авторами. Так, Флиндт (Flindt, 1985) отмечает случай отсутствия пигментации яиц зеленой жабы, прослеживая их развитие до стадии сеголеток и констатируя формирование у них обычной для этого вида окраски. Аллан и Гудман (Allan, Goodman, 2017) описывают аксантизм, обнаруженный у одной из травяных лягушек, пойманных на территории Великобритании. Коленда с соавторами (Kolenda и др. 2017) рассматривают различные варианты цветовых aberrаций и аномалий окраски у ряда видов амфибий и рептилий, встречающихся на территории Польши. Миура (Miura, 2018) даёт обзор аномалий окраски нескольких видов бесхвостых амфибий, обитающих в Японии, и анализирует особенности их генетической обусловленности. Брингс (Bringsoe, 2022) описывает случаи альбинизма и пиебалдизма (частичного альбинизма) у травяных лягушек на территории Дании. Гуарабира и Карвалхо (Guarabyra, Carvalho-e-Silva, 2023) рассматривают встреченные ими в Бразилии варианты морфологических аномалий жаб рода *Rhinella*, включая и патологии по окраске.

Таким образом, случаи аномалий окраски бесхвостых амфибий в целом не обделены вниманием исследователей. В то же время, публикаций, так или иначе связанных с проявлениями отклонений в окраске жерлянок рода *Bombina*, нами обнаружено не было. Можно сослаться лишь на один интернет-источник (m.vk.com/wall-12140902_59482), где приводится информация об интересном варианте окраски дальневосточной жерлянки *Bombina orientalis* - в результате аксантизма типичная для этого вида фоновая зелёная окраска верхней части туловища меняется на ярко-голубую. Такие жерлянки культивируются террариумистами.

Краснобрюхая жерлянка аномальной окраски была поймана в одном из водоёмов окрестностей г. Дзержинска Нижегородской области 19 мая 2019 года, в поздневечернее время, в процессе сбора полевого батрахологического материала. Водоём представляет собой достаточно старый пруд противопожарного назначения, размером примерно 30×15 м, с высокими, круто уходящими в воду берегами, сформированными за счёт отвалов грунта, образовавшихся при создании котлована. С северо-восточной стороны пруда находится забор территории садового товарищества, с остальных сторон он окружён

смешанным лесом. Никаких признаков или источников возможного антропогенного загрязнения водоёма визуально не обнаружено.

Пойманная жерлянка - самец характерного для половозрелых особей размера, с длиной тела около 5 см (Банников и др., 1977). Необычной является окраска нижней части головы, туловища и конечностей, где имеется типичный для этого вида белый крап на чёрном фоне, но полностью отсутствуют не менее характерные оранжевые или красные пятна (см. рис. 1). Очевидно, что в данном случае мы сталкиваемся с аксантизмом, т. е. с отсутствием в кожных покровах ксантофоров. При этом интересно, что, в отличие от упомянутого выше случая с дальневосточной жерлянкой, в окраске верхней части туловища это никак не проявляется и она ничем не отличается от обычной для краснобрюхой жерлянки, сочетая оливковые, тёмно-серые и чёрные тона (см. рис. 2). Возможно, что у данной жерлянки отсутствуют и иридофоры.



Рис. 1. Аномальная окраска нижней части головы, туловища и конечностей краснобрюхой жерлянки.



Рис. 2. Окраска верхней части головы, туловища и конечностей краснобрюхой жерлянки

Очевидно, что для ответа на все возникающие в связи с данной находкой вопросы целесообразна дальнейшая фиксация подобных фактов и их более детальный анализ.

1. Банников А. Г., Даревский И. С., Ищенко В. Г., Рустамов А. К., Щербак Н. Н. Определитель земноводные и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение. 1977. 203 с.
2. Allan S. J. R., Coodman M. J. A case of xanthochromism in the common frog (*Rana temporaria*)//The Herpetological Bulletin 139. 2017. P. 39-40.
3. Bringsoe H. Albinisme, sorte øjne, piebaldisme og ungledragter ved Budsnudet Frø *Rana temporaria*//Nordisk Herpetologisk Forening. 2022. Argang 63. Udgave 1. P. 81-91.

4. Flindt R. L'alentor Albinismus und Mißbildungen bei Kaulquappen von Wechselkröten *Bufo viridis* Laurenti, 1768 (Balientia: Bufonidae)//*Salamandra*. 1985. V. 21. P. 298-303.
5. Guarabra B., Carvalho-e-Silva S. P. Records on morphological abnormalities in two *Rhinella* species from southeastern Brazil//*Herpetology Notes*. 2023. V. 16. P. 91-94.
6. Kolenda K., Najbar B., Kaczmarek P., Kaczmarski and Skawinski T. Rare color aberrations and anomalies of amphibians and reptiles recorded in Poland//*Herpetology Notes*. 2017. V. 10. P. 103-109.
7. Miura I. Anomalies in the Coloration of Japanese Amphibians and Their Applications in Genetic Research//*Amphibian and reptiles anomalies and pathology*// 2018. P. 97-107.
8. m.vk.com/wall-12140902_59482

Макарова С.С.

Синтез и биологическая активность конденсированных азагетероциклов

Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова
(Россия, Ярославль)

Аннотация

В статье обобщены литературные данные о синтезе конденсированных азагетероциклических соединений методом восстановительной циклизации нитроароматических соединений. Отмечено, что полученные соединения проявляют разнообразную биологическую активность и представляют интерес для дальнейшего поиска фармакологически значимых веществ.

Ключевые слова: конденсированные азагетероциклы, восстановительная циклизация, противоопухолевая активность, антимикробная активность, антиоксидантная активность.

Abstract

The article summarizes the literature data on the synthesis of condensed azaheterocyclic compounds by reductive cyclization of nitroaromatic compounds. It has been noted that the obtained compounds exhibit diverse biological activity and are of interest for further search for pharmacologically significant substances.

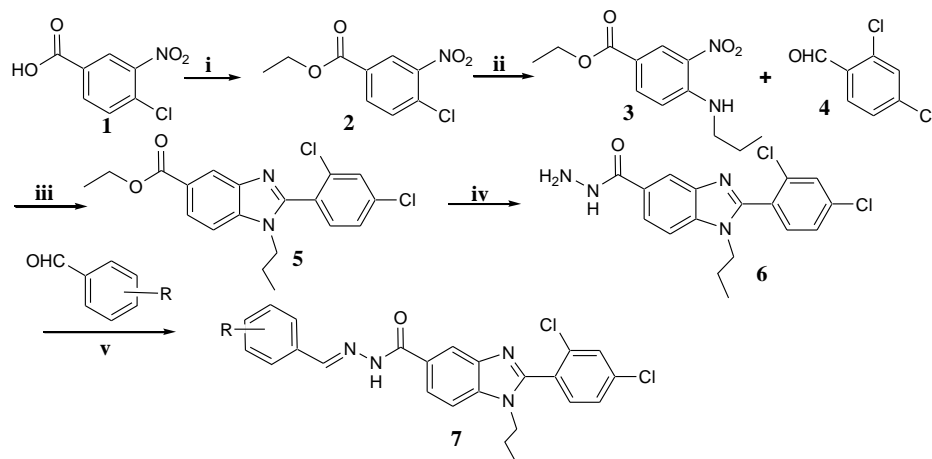
Keywords: condensed azaheterocycles, reductive cyclization, antitumor activity, antimicrobial activity, antioxidant activity.

Азотсодержащие гетероциклические соединения являются одной из ключевых структурных основ современных лекарственных средств. Анализ структуры одобренных препаратов показывает высокую представленность азагетероциклов среди фармакологически активных молекул, что обусловлено их способностью обеспечивать оптимальные параметры связывания с биологическими мишенями и регулировать физико-химические свойства соединений [1, 2]. Конденсированные азагетероциклические системы представляют особый интерес в медицинской химии благодаря жесткости каркаса и наличию нескольких реакционных центров, что способствует формированию устойчивых комплексов с биомолекулами [3].

Одним из эффективных подходов к построению таких структур является восстановительная циклизация нитроароматических соединений. Метод основан на восстановлении нитрогруппы с образованием аминного интермедиата, способного к внутримолекулярной циклоконденсации, что обеспечивает формирование конденсированных азотсодержащих гетероциклов в одну или несколько стадий [4, 5]. Развитие каталитических и металл-опосредованных вариантов данного процесса расширило его синтетические возможности и повысило селективность [6, 7].

Соединения, полученные посредством восстановительной циклизации нитроароматических соединений, демонстрируют разнообразную биологическую активность, что подтверждается многочисленными фармакологическими исследованиями [8, 9].

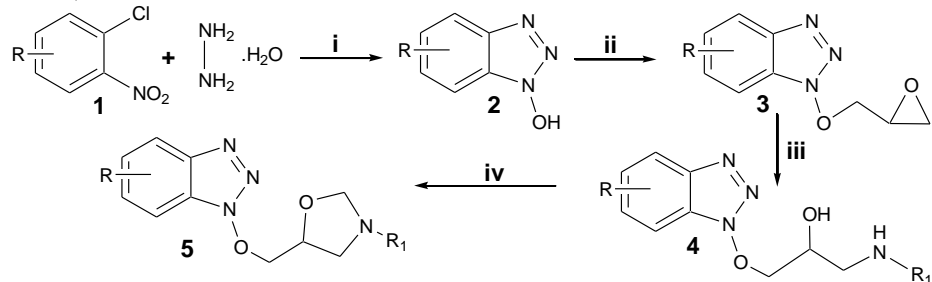
В работе [10] разработан эффективный «однореакторный» метод получения бензимидазол-5-карбоксилата (5), основанный на восстановительной циклизации с использованием дитионита натрия, с последующим синтезом ряда его гидразоновых производных (7) (схема 1). Полученные соединения продемонстрировали выраженную противовоспалительную активность *in vivo*, а также значительное антибактериальное и противогрибковое действие *in vitro* в отношении штаммов бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*) и грибов рода *Aspergillus* и *Candida*.



Реагенты и условия: (i) этанол, H_2SO_4 , 80 °C; (ii) пропиламин, ТЭА, ТГФ, 20 °C; (iii) $Na_2S_2O_4$, ДМСО, 90 °C, 3 ч; (iv) гидразингидрат, этанол, 80 °C, 8 ч; (v) $ArCHO$, этанол, 80 °C, 10 ч

Схема 1

В исследовании [11] произведен синтез серии β -аминоспиртов на основе бензотриазола (4) путем раскрытия эпоксидного кольца в отсутствие катализатора и растворителя, а также получены соответствующие 1,3-оксазолидины (5) (схема 2). Соединения проявили антибактериальную активность в отношении грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*. Методом молекулярного докинга подтверждено эффективное связывание активных соединений с белками-мишенями (6GLA и 4WH9).



Реагенты и условия: (i) спиртовой раствор Na_2CO_3 , MW, 70/120 °C, 10/25 мин; (ii) (a) ДМСО/ K_2CO_3 , 20 °C, (b) (\pm)-эпихлоргидрин, 20 °C, 2–3 ч; (iii) без растворителя или дихлороформ, 20 °C; (iv) $(CH_2O)_n$, растирание в отсутствие растворителя, 20 °C

Схема 2

Авторами работы [12] синтезированы новые производные 6-(4-замещенного пиперазин-1-ил)-2-арил-1Н-бензимидазола (1, 2) с использованием восстановительной циклизации с дитионитом натрия (схема 3). Полученные соединения показали высокое ингибирующее действие в отношении ферментов α -глюкозидазы и α -амилазы, действуя как противодиабетическое средство, а также антиоксидантную активность. Кинетические исследования показали конкурентный механизм ингибирования, а результаты молекулярного докинга подтвердили эффективное связывание соединений с активными сайтами ферментов.

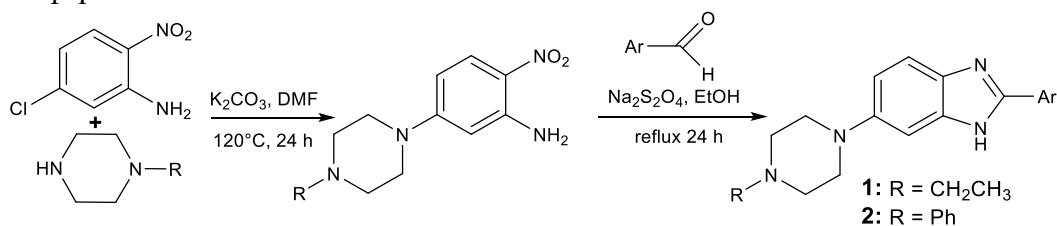


Схема 3

Исследовательской группой из Индии [13] был предложен эффективный и экологически безопасный метод синтеза новых 1,2-замещенных бензимидазолов (4) с использованием дитионита натрия в качестве эффективного восстановительного циклизующего реагента в ДМСО с применением микроволнового излучения (схема 4). Синтезированные соединения проявили антиоксидантную активность, а антимикробный скрининг выявил умеренную активность веществ в отношении бактериальных штаммов (*S. aureus*, *E. coli*, *B. subtilis* и *Pseudomonas aeruginosa*), и грибковых культур (*Candida albicans* и *Aspergillus niger*).

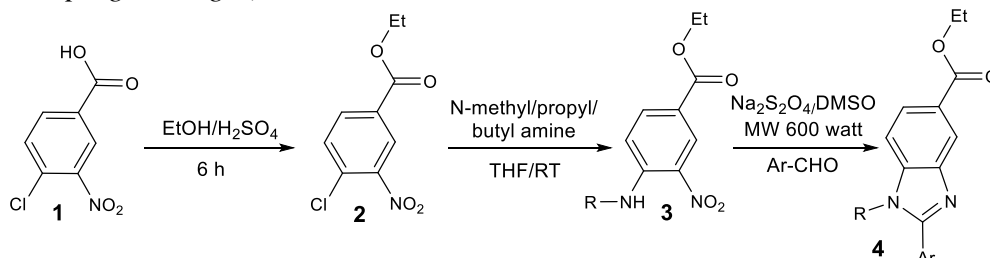
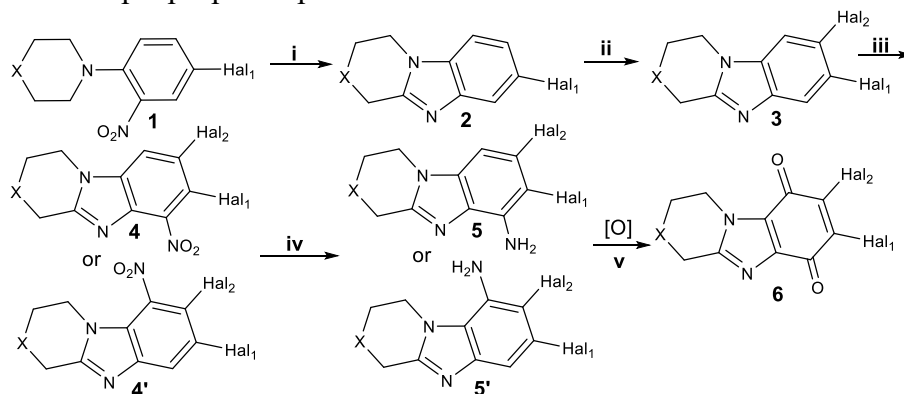


Схема 4

В статье [14] проведен синтез новых дигалогенпроизводных конденсированных бензимидазолдионов (6) с узловым атомом азота, включающий стадии восстановительной внутримолекулярной гетероциклизации, галогенирования, нитрования, восстановления и окисления (схема 5). Полученные соединения проявили высокую цитотоксическую активность в отношении клеточных линий аденокарциномы лёгкого (A549), молочной железы (MCF-7), толстой кишки (SW-480) и нейробластомы (SH-SY5Y), при этом показав значительно меньшую токсичность в отношении нормальных клеток HEK-293. С помощью методов *in silico* было предсказано взаимодействие соединений с ключевыми мишенями, участвующими в онкогенезе, особенно со STAT3. Экспериментально установлено, что соединения не сильно индуцируют апоптоз, но эффективно ингибируют ключевые ферменты гликолиза – гексокиназы II (HK2), нарушая метаболизм опухолевых клеток и приводя к их гибели посредством неапоптотического механизма метаболического перепрограммирования.



Реагенты и условия: (i) $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 8% HCl , 80 °C, время внесения восстановителя 2 ч; (ii) NBS/NCS , H_2SO_4 , 35–40 °C, время внесения галогенирующего агента 4 ч; (iii) KNO_3 , H_2SO_4 , 30 °C, время внесения нитрующего агента 0,5 мин, время реакции 1 ч; (iv) TiCl_3 , 10% HCl , изопропанол, 60 °C, 5 мин; (v) KNO_3 , H_2SO_4 , 20 °C, 8 ч

Схема 5

Другой группой ученых был разработан эффективный четырехстадийный метод синтеза гексагидро-2,6-метано-1-бензазинового каркаса (4) [15], включающий реакцию Дильса-Альдера с последующей реакцией восстановительной циклизации нитрофенилкетонов под действием основания (схема 6). Исследование цитотоксической активности соединений показало, что соединение, содержащее еноновый фрагмент, проявило высокую активность в отношении восьми раковых клеточных линий (MCF7,

PC3, MDA-MB-231, SKBR3, MiaPaCa, HeLa, HT29, 453WT), что предположительно связано с его способностью действовать как акцептор Михаэля.

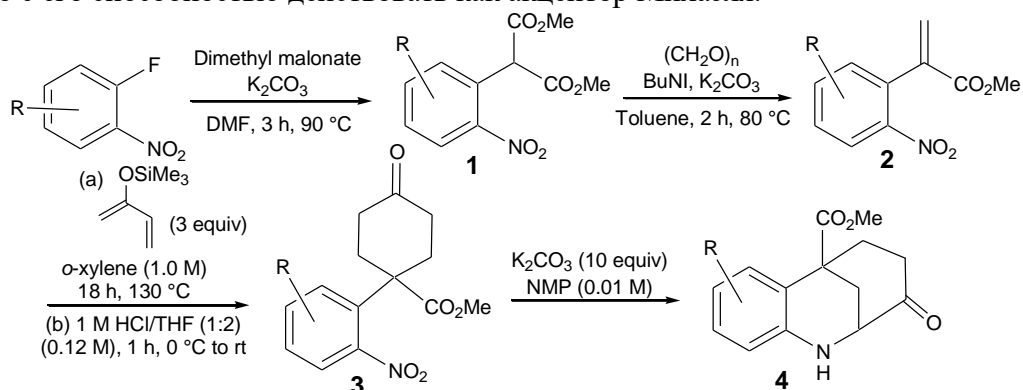
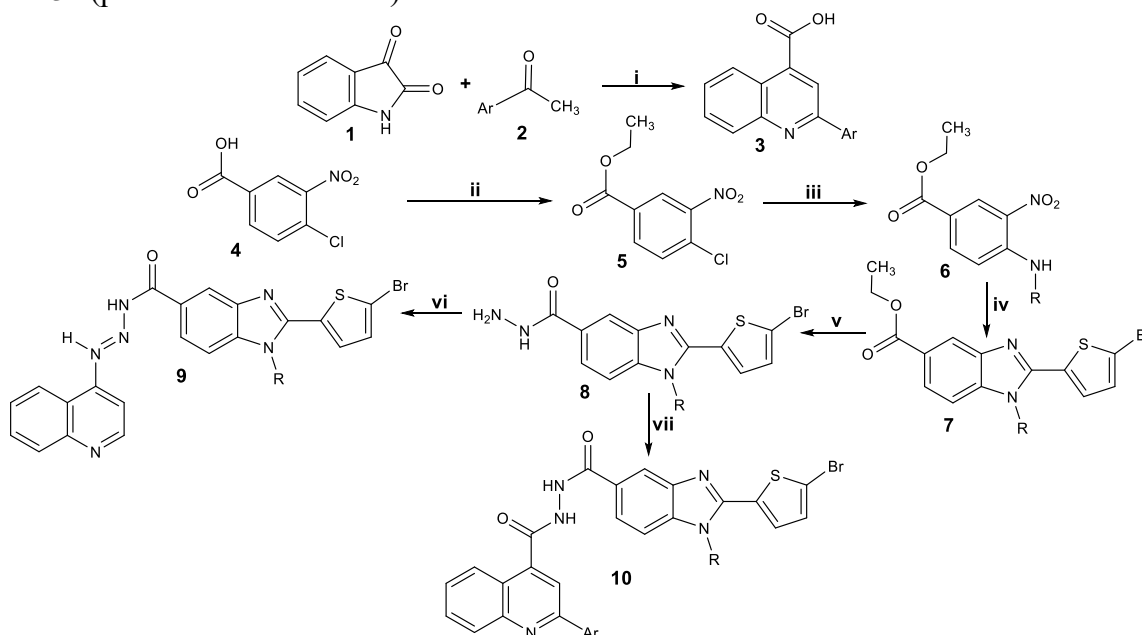


Схема 6

В исследовании [16] синтез гибридов бензимидазол-хинолина (9, 10) включал стадию восстановительной циклизации нитропроизводных (6) с 5-бромтиофен-2-карбальдегидом под действием дитионита натрия с образованием бензимидазол-5-карбоксилатов (7) (схема 7). После превращения в гидразиды (8) целевые соединения получены конденсацией с хинолин-4-карбальдегидом или кислотами (3). Полученные соединения продемонстрировали выраженную антиоксидантную активность и цитотоксичность в отношении клеточных линий рака человека A375 (меланома) и MDA-MB-231 (рак молочной железы).



Реагенты и условия: (i) KOH, этанол, 80 °C, 4 ч; (ii) этанол, H₂SO₄, 80 °C; (iii) замещенные алкиламины, TEA, ТГФ, 20 °C; (iv) 5-бромтиофен-2-карбальдегид, Na₂S₂O₄, ДМСО, 90 °C, 3 ч; (v) гидразингидрат, этанол, 80 °C; (vi) хинолин-4-карбальдегид, этанол, уксусная кислота, кипячение с обратным холодильником; (vii) 2-арил-хинолин-4-карбоновые кислоты, TBTU, триэтиламин, ТГФ, 20 °C

Схема 7

В работе [17] авторами был разработан метод синтеза новых гетероциклических соединений – дигидроиндоло[1,2-с]хиназолинов (DINQ, 5) и дигидроиндоло[3,2-в]индолов (DINI, 6) – через ключевую стадию кросс-сочетания 2-(2-нитрофенил)индолов с винилгалогенидами в присутствии медного порошка и диаминового лиганда (схема 8). Последующая Мо-катализируемая восстановительная циклизация по Кадогану приводила к получению целевых продуктов. Механизм образования DINQ включает образование анилинового интермедиата и его внутримолекулярную циклизацию, тогда как DINI

образуются через нитреновый интермедиат с последующей C–N вставкой. Биологическая оценка на линии колоректального рака HCT-116 выявила высокую цитотоксическую активность соединений 3 и 6. Молекулярный докинг показал, что вещество 6, содержащее 3,4,5-триметоксифенильный фрагмент, связывается с тубулином подобно известному ингибитору isoCA-4.

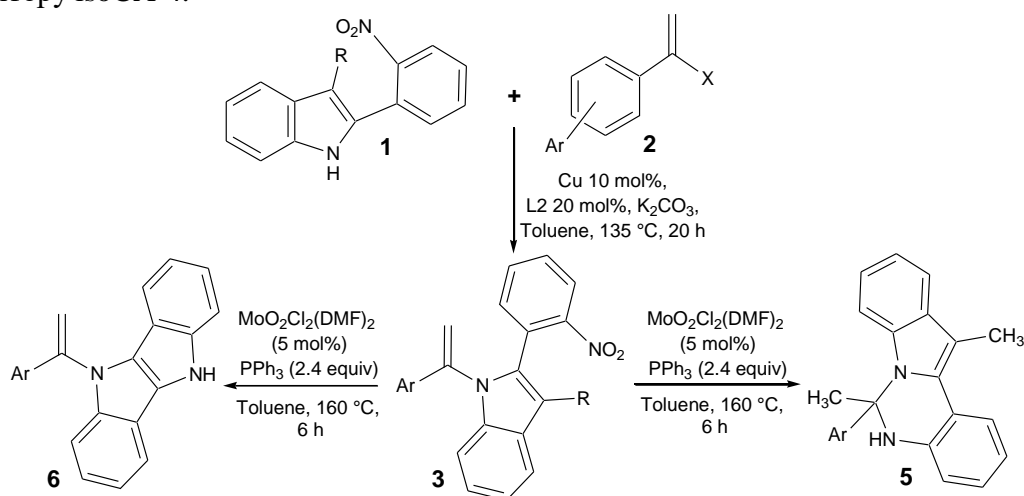


Схема 8

Группой исследователей был разработан экологичный метод синтеза дигидробензо[с]карбазолов (2) и индолов (4) через железокатализируемую восстановительную циклизацию нитроаренов (схема 9) [18]. Восстановительная циклизация проходила в присутствии катализатора Кнэлькера (2.5 мол%), Cs₂CO₃ и бензилового спирта в толуоле при 100 °С. Авторами отмечается, что соединения данного класса проявляют противопротозойную (в отношении *Trypanosoma cruzi*) и цитотоксическую активность (ингибирует линию опухолевых клеток P-388).

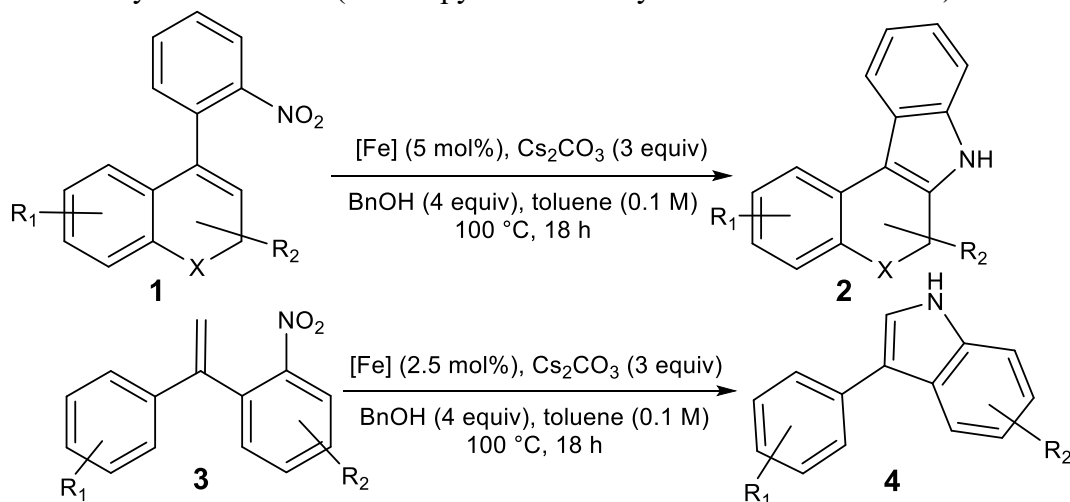


Схема 9

В исследовании [19] синтез рутакарпина (5) основан на одностадийной восстановительной циклизации нитросоединения (схема 10). Ключевой интермедиат 4 получен из триптамина (1) через последовательные реакции Бишлера-Напьерского, ацилирования и окислительного расщепления экзоциклической двойной связи перманганатом калия. Фармакологическое действие рутакарпина обширно – это сердечно-сосудистые и терморегуляторные эффекты, антитромботическая и противораковая активность, противовоспалительные и анальгетические эффекты, воздействие на эндокринную систему, воздействие на гладкие мышцы (за исключением сердечно-сосудистой системы) и другие [20].

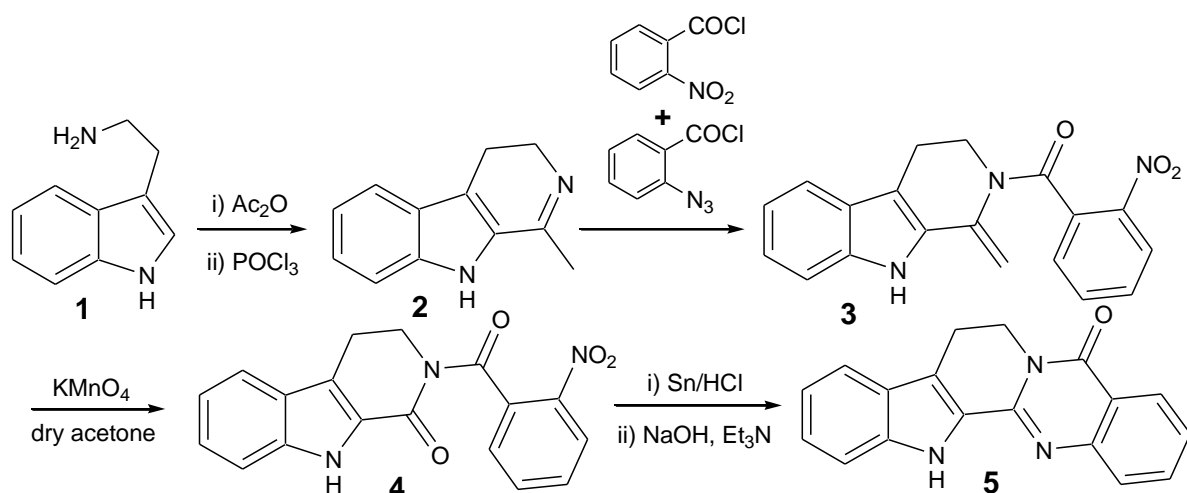


Схема 10

Таким образом, анализ литературы показал, что конденсированные азагетероциклы широко используются для разработки на их основе различных лекарственных препаратов широкого спектра действия.

- Vitaku E., Smith D.T., Njardarson J.T. Analysis of the structural diversity, substitution patterns, and frequency of nitrogen heterocycles among US FDA approved pharmaceuticals: miniperspective // *Journal of medicinal chemistry*. – 2014. – V. 57. – № 24. – P. 10257-10274.
- Heravi M.M., Zadsirjan V. Prescribed drugs containing nitrogen heterocycles: an overview // *RSC advances*. – 2020. – V. 10. – № 72. – P. 44247-44311.
- Nepali K., Lee H.Y., Liou J.P. Nitro-group-containing drugs // *Journal of medicinal chemistry*. – 2018. – V. 62. – № 6. – P. 2851-2893.
- Kotov A.D. et al. Synthesis of nitrogen-containing heterocycles from nitroarenes (minireview) // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2014. – V. 50. – № 5. – P. 647-657.
- Mamedova V.L. et al. ortho-Functionalized nitroarenes in the synthesis of heterocycles // *Russian Chemical Reviews*. – 2025. – V. 94. – № 4. – P. 1-31.
- Ferretti F., Ramadan D.R., Ragaini F. Transition metal catalyzed reductive cyclization reactions of nitroarenes and nitroalkenes // *ChemCatChem*. – 2019. – V. 11. – № 18. – P. 4450-4488.
- Lin Z. et al. Iron-Catalyzed Reductive Deoxygenation of Nitroarenes to Access N-Heterocycles // *Advanced Synthesis & Catalysis*. – 2025. – V. 367. – № 5. – Article e202401531.
- Kumar S., Narasimhan B. Therapeutic potential of heterocyclic pyrimidine scaffolds // *Chemistry Central Journal*. – 2018. – V. 12. – № 1. – Article 38.
- Noriega S. et al. The diverse biological activity of recently synthesized nitro compounds // *Pharmaceuticals*. – 2022. – V. 15. – № 6. – Article 717.
- Vasanth K. et al. Rapid 'one-pot' synthesis of a novel benzimidazole-5-carboxylate and its hydrazone derivatives as potential anti-inflammatory and antimicrobial agents // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2015. – V. 25. – № 7. – P. 1420-1426.
- Singh N. et al. Design, synthesis, molecular docking, and in vitro antibacterial evaluation of benzotriazole-based β -amino alcohols and their corresponding 1,3-oxazolidines // *ACS omega*. – 2023. – V. 8. – № 44. – P. 41960-41968.
- Özil M. et al. Synthesis of benzimidazoles containing piperazine ring as potential therapeutic agents against diabetes mellitus and antioxidant activities // *Journal of Molecular Structure*. – 2024. – V. 1304. – Article 137714.
- Manju N. et al. Microwave-assisted synthesis of benzimidazole derivatives through nitro reductive cyclization and their biological study // *Indian Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2018. – V. 28. – P. 415-422.
- Aleksandrova Y. et al. New dihalogenated derivatives of condensed benzimidazole diones promotes cancer cell death through regulating STAT3/HK2 Axis/Pathway // *Molecules*. – 2025. – V. 30. – № 21. – Article 4150.
- Rodríguez L. G. et al. Base-mediated nitrophenyl reductive cyclization for the synthesis of hexahydro-2,6-methano-1-benzazocines // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2022. – V. 87. – № 22. – P. 15693-15702.
- Srinivasa S. B. et al. Design, synthesis and anticancer activity of novel benzimidazole containing quinoline hybrids // *Results in Chemistry*. – 2024. – V. 9. – Article 101631.

17. Pecnard S. et al. Mo-catalyzed cyclization of N-vinylindoles and skatoles: synthesis of dihydroindolo [1,2-c]-quinazolines and dihydroindolo [3,2-b]-indoles, and evaluation of their anticancer activities // *Organic Chemistry Frontiers*. – 2024. – V. 11. – №. 6. – P. 1668-1677.
18. Tran C. et al. Iron-catalyzed reductive cyclization of nitroarenes: Synthesis of aza-heterocycles and DFT calculations // *Chinese Chemical Letters*. – 2023. – V. 34. – № 3. – Article 107758.
19. Lee C.S. et al. One-pot reductive-cyclization as key step for the synthesis of rutaecarpine alkaloids // *Tetrahedron Letters*. – 2008. – V. 49. – №. 3. – P. 481-484.
20. Son J.K., Chang H.W., Jahng Y. Progress in studies on Rutaecarpine. II.—Synthesis and structure-biological activity relationships // *Molecules*. – 2015. – V. 20. – № 6. – P. 10800-10821.

Ходаковская А.В., Петроченкова Н.В.

Анализ содержания химических элементов в зеленой водоросли *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht из залива Петра Великого (Японское море) с использованием метода рентгенофлуоресцентного анализа

*ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского»
(Россия, Владивосток)*

Аннотация

В работе представлен и проанализирован элементарный состав зеленой водоросли *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht, собранной в заливе Петра Великого (Японское море).

Ключевые слова: Японское море, зеленые водоросли, ульва, зола, химические элементы.

Abstract

The paper presents and analyzes the elemental composition of the green alga *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht, collected in Peter the Great Bay of the Sea of Japan.

Keywords: Sea of Japan, green algae, ulva, ash, chemical elements.

Введение

Зеленая водоросль ульва продырявленная – *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht из семейства ульвовые представляет собой зеленое слоевище длиной до тридцати сантиметров, цельное или перфорированное и рассеченное, в основании нередко скрученное, овальной, ланцетовидной или неправильной формы, с волокнистой поверхностью, сидячее или на короткой ножке. Растение вегетирует в течение всего года. Наибольшего расцвета и массовости водоросль достигает в конце лета – начале осени. В течение года сменяется не менее трех-четырёх поколений. *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht распространена в бореальных водах Тихого океана и Чукотском море. В заливе Петра Великого растет от нижней литорали до глубины 20 м на различных грунтах [3, 4]. Ее зеленые пластинчатые слоевища в большом количестве обнаруживаются в выбросах, что делает ее удобным объектом для исследования.

Ulva fenestrata Postels et Ruprecht – потенциально промысловый вид. Слоевища ульвы употребляют в пищу как в сыром, так и в обработанном виде, используют для создания пищевых добавок и лекарственных средств. Она богата углеводами, азотистыми веществами и липидами. В ней присутствуют биологически активные вещества, витамины, ферменты, минеральные вещества [1]. Высокий процент веществ липидной природы, в частности фосфолипидов, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты, делает ульву перспективным видом сырья для получения гепатопротекторных препаратов. Липидный комплекс из экстракта ульвы продырявленной показывает высокую биологическую активность, повышая устойчивость печени к воздействию экотоксикантов и усиливая ее обезвреживающие функции [5]. Ульву культивируют в странах юго-восточной Азии [6, 7]. При этом важно помнить, что зеленые водоросли, как и все остальные водные обитатели, активно поглощают из воды содержащиеся в ней химические элементы. Загрязнение морской среды делает водоросли непригодными для использования в пищу и в качестве сырья для фармацевтической промышленности. Поэтому водорослевое сырье должно быть безопасным для человека относительно содержания в нем токсичных элементов.

Зеленые водоросли-макрофиты используются в качестве организмов-биоиндикаторов тяжелых металлов в морской среде наравне с бурыми водорослями, в частности было отмечено увеличение содержания ртути в ульве отобранной из загрязненных районов [2, 8].

Целью нашего исследования стало изучение химического элементарного состава зеленой водоросли *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht.

Материалы и методы

Сбор образцов зеленой водоросли *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht проводился на протяжении трех месяцев с апреля по июнь в прибрежной зоне в бухте Федорова (залив Петра Великого, Японское море). Для изучения элементарного состава талломы водорослей очищались от посторонних примесей и эпифитов, промывались дистиллированной водой. Очищенные пробы высушивались при 25°C. Перед проведением анализа материал озольялся в муфельной печи при 800°C.

Анализ содержания элементов проводился в лаборатории молекулярного и элементарного анализа Института химии ДВО РАН, с использованием Shimadzu EDX-800 HS energy dispersive X-ray spectrometer. Исследуемый образец впрессовывался в подложку из борной кислоты. Измерения проведены в вакууме, время измерений в каждой области определений Ti-U, C-Sc 200 с, коллиматор 10 мм, температура измерений 77 К.

Результаты и обсуждение

В элементарном составе зеленой водоросли *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht наибольший массовый процент приходится на хлор и натрий (Таблица 1), что вполне объяснимо средой обитания ульвы. Далее следуют сера, магний и калий, содержание этих элементов оказалось достаточно высоким. Приблизительно 2 и 1,5 % приходится на кальций и кремний. Остальные элементы представлены менее 1% каждый, это: фосфор, железо, медь, цирконий, цинк, стронций, марганец, хром, титан. В крайне малом количестве были обнаружены бром и никель. Свинец, кадмий и ртуть – тяжелые металлы нередко накапливающиеся в морской биоте вследствие антропогенного загрязнения морской среды, в наших образцах не обнаружены.

Исследованные нами образцы зеленой водоросли ульвы отличаются от ранее изученных нами бурых водорослей из рода саргассум наличием в составе алюминия и большей долей цинка. При этом серебро, свинец и мышьяк, обнаруженные в саргассах, в ульве не найдены, а стронций и титан имеют меньшую долю в ее составе.

Анализ полученных данных показал, что в период исследования, на протяжении трех месяцев с апреля по май, прослеживаются изменения химического элементарного состава *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht. Процентное соотношение химических элементов меняется. Увеличивается доля таких элементов как хлор, сера, фосфор, алюминий, титан. Уменьшается массовый процент натрия, магния, кальция, кремния, железа, меди, стронция, марганца. Содержание калия не претерпевает заметных изменений. Незначительно увеличивают свою долю в элементарном составе цирконий, цинк и хром. По всей видимости эти изменения вызваны активным ростом талломов, который наблюдается в этот период.

Таблица 1

Содержание химических элементов в *Ulva fenestrata* Postels et Ruprecht

№ п/п	Химический элемент	Массовый процент		
		апрель	май	июнь
1	Cl	30,645	32,483	36,557
2	Na	26,228	23,586	20,886
3	S	13,345	14,208	17,947
4	Mg	12,183	12,028	8,739
5	K	10,222	10,804	10,303
6	Ca	2,503	2,119	1,322
7	Si	1,660	1,419	1,105
8	P	0,641	0,869	0,873
9	Fe	0,727	0,656	0,495
10	Cu	0,435	0,411	0,328
11	Al	0,246	0,257	0,365
12	Zr	0,229	0,238	0,248
13	Zn	0,227	0,268	0,248

14	Sr	0,296	0,211	0,169
15	Mn	0,249	0,180	0,158
16	Cr	0,117	0,178	0,162
17	Ti	0,046	0,084	0,094
18	Br	<0,003	<0,003	<0,003
19	Ni	<0,003	<0,003	<0,003

1. Горбачев, А.Л. Минеральный состав некоторых водорослей-макрофитов (*Laminaria* sp., *Ulva fenestrata*) Охотского моря // Микроэлементы в медицине / Trace elements in medicine. 2024. № 25(4). С. 80-89.
2. Кожевникова, С.И., Чернова, Е.Н., Шулькин, В.М. Микроэлементарный состав зеленой водоросли *Ulva fenestrata* из залива Петра Великого Японского моря // Биология моря. 2006. Т. 32, № 5. С. 346-352.
3. Перестенко, Л.П. Растения. Водоросли – Algae. Цветковые – Embryophyta – Siphonogama // Животные и растения залива Петра Великого. Л. : Наука. 1976. С. 153-174.
4. Перестенко, Л.П. Водоросли залива Петра Великого. Л. : Наука. 1980. 323 с.
5. Спрыгин, В.Г., Фоменко, С.Е., Кушнерова, Н.Ф. Защитное действие липидной фракции из морской зеленой водоросли *Ulva fenestrata* при поражении печени крыс четыреххлористым углеродом // Фундаментальные исследования. 2014. № 8(1). С. 110-114.
6. Суховеева, М.В., Подкорытова, А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки : монография. Владивосток : ТИПРО-центр. 2006. 243 с.
7. Титлянов, Э.А., Титлянова, Т.В. Морские растения стран Азиатско-тихоокеанского региона, их использование и культивирование Владивосток : Дальнаука. 2012. 377 с.
8. Чернова, Е.Н., Гредюха, Д.Д., Юрченко, С.Г. Ртуть в водорослях-биоиндикаторах из прибрежных вод г. Владивостока летом 2020 г. // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий : сборник научных статей. Владивосток : Тихоокеанский ин-т географии ДВО РАН. 2021. С. 285-290.

РАЗДЕЛ VIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кучеренко М.В.

Региоселективность реакции восстановления 4-нитроацетофенона

Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова
(Россия, Ярославль)

Аннотация

В данной статье приводятся результаты исследования региоселективности реакции восстановления 4-нитроацетофенона при использовании различных восстановителей. Показано, что при использовании хлорида олова (II) в соляной кислоте происходит восстановление только нитрогруппы. В результате с высоким выходом образуется чистый 4-аминоацетофенон. Применение боргидрида натрия позволило восстановить в субстрате карбонильную группу до гидроксильной, не затрагивая при этом нитрогруппу.

Ключевые слова: 4-нитроацетофенон, 4-аминоацетофенон, 1-(4-нитрофенил)этанол, хлорид олова (II), боргидрид натрия, восстановление.

Abstract

This article presents the results of a study on the regioselectivity of the reduction of 4-nitroacetophenone using various reducing agents. It was shown that when tin(II) chloride is used in hydrochloric acid, only the nitro group is reduced. This results in the formation of pure 4-aminoacetophenone in high yield. The use of sodium borohydride allowed the carbonyl group in the substrate to be reduced to a hydroxyl group without affecting the nitro group.

Keywords: 4-nitroacetophenone, 4-aminoacetophenone, 1-(4-nitrophenyl)ethanol, tin(II) chloride, sodium borohydride, reduction.

Реакции восстановления играют важную роль в органическом синтезе, поскольку представляют собой эффективный метод получения и трансформации широкого круга реакционноспособных органических веществ. В ряду таких синтетически варьируемых соединений как 4-нитроацетофенон (1), они также находят свое применение. Во-первых, молекула нитрокетона содержит реакционноспособную карбонильную группу, способную восстанавливаться. Во-вторых, наличие в фенильном фрагменте кетона нитрогруппы, так же представляет большой потенциал для восстановительного процесса. При этом в зависимости от применяемого восстанавливающего агента или системы агентов возможно получение широкого спектра продуктов [1, 2].

Данные синтезы (схема 1) позволяют получить такие ценные продукты, как 4-аминоацетофенон (2), который обладает цитотоксичностью и анти-ВИЧ активностью [3], а также используется для лечения интоксикации цианогенными токсическими веществами [4] и ароматический нитроспирт - 1-(4-нитрофенил)этанол (3), обладающий антибактериальной и противогрибковой активностью [5].

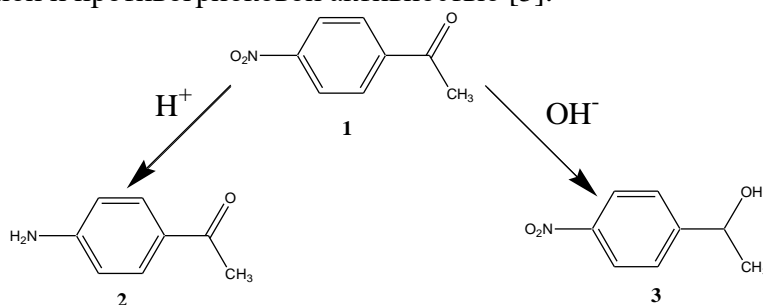


Схема 1

На первом этапе работы была проведена отработка методики восстановления 4-нитроацетофенона (1) до 4-аминоацетофенона (2). Для этого использовали 2 восстановителя - Zn и $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (схема 2).

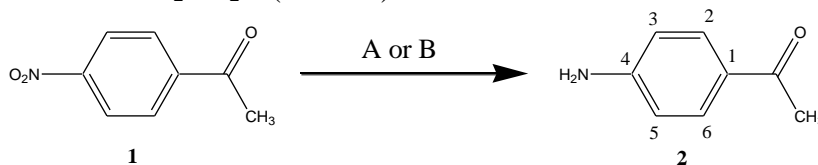


Схема 2

Сначала в качестве восстанавливающего агента нитрогруппы использовался такой доступный реагент, как хлорид олова (II), значительно упрощающий осуществление процесса восстановления нитрогруппы, поскольку проведение реакции не требует наличия специального оборудования, высокого давления и температуры. Перспективность использования данного восстанавливающего агента заключается также в возможности его электрохимической регенерации и повторного использования, а также создания на этой основе экологически чистой технологии. Чтобы восстановилась нитрогруппа до аминогруппы нужно 6 электронов, хлорид олова отдает 2 электрона (он превращается в хлорид олова (IV)). То есть на одну нитрогруппу нужно взять 3 эквивалента хлорида олова (II). Мы брали не большой избыток – 3.5 экв.

Способ А. Для проведения реакции субстрат 1 растворяли в 20 мл метанола и далее приливали раствор хлорида олова (II) в 20 мл 18 % HCl. Проводили синтез в течение получаса при температуре 45-50°C. После этого реакцию смесь подщелачивали 25 %-ным раствором аммиака до pH = 7-8 и экстрагировали несколькими порциями хлороформа. Хлороформ отгоняли при пониженном давлении. Полученное вещество сушили при 70 °C. Выход полученного продукта составил 92.7%. ЯМР ^1H спектр продукта представлен на рисунке 1.

Способ В. Далее была проведена реакция с мелкозернистым цинковым порошком класса А. Смесь 4-нитроацетофенона и цинковой пыли в метаноле перемешивали с гидрофосфатом аммония при $T=70^\circ\text{C}$ в течение 8 часов. После завершения реакции неорганический осадок отфильтровывали. Органический слой выпаривали, получая желаемое аминсоединение. Недостаток данного способа: длительное время реакции, более жесткие условия, и более низкий выход - 85%.

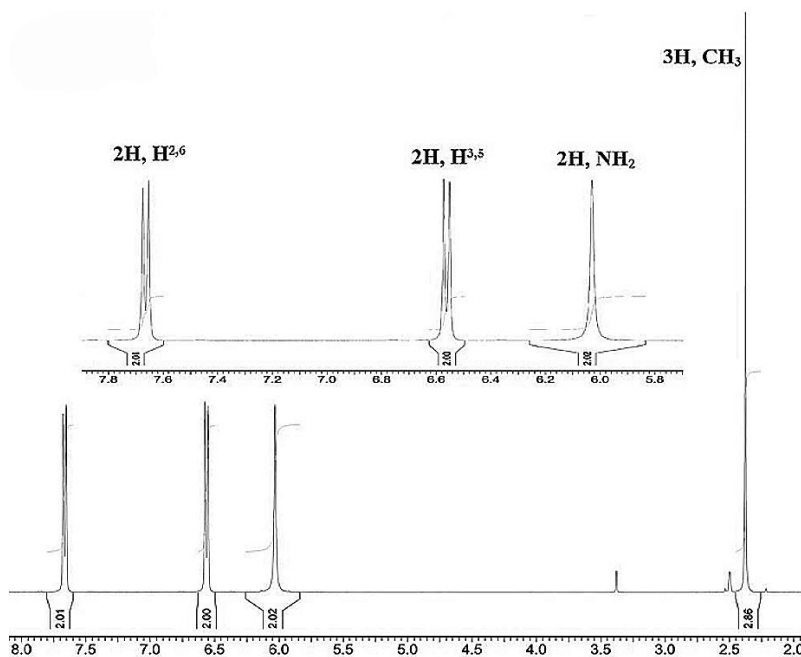


Рис. 1. ^1H ЯМР спектр 4-аминоацетофенона (2)

В ^1H ЯМР спектре продукта наблюдались 4 сигнала протонов. В самом сильном поле при 2.38 м.д. и с интегральной интенсивностью 2.86 выходил синглет от 3 метильных протонов ацетильной группы. В более слабом поле при 6.03 м.д. располагался синглет от атомов водорода NH_2 -группы. Два оставшихся на спектре пика находились в области ароматических сигналов. При этом в более сильном поле при 6.56 м.д. располагался дублет от $\text{H}^{3,5}$ бензольного кольца, испытывающих электронодонорное влияние атома азота аминогруппы. В самом слабом поле наблюдался дублет при 7.66 м.д. от $\text{H}^{2,6}$.

Для получения нитроспирта была поставлена серия экспериментов по восстановлению вещества 1 до 1-(4-нитрофенил)этанола. Для этого использовали метанол и NaBH_4 (схема 3).

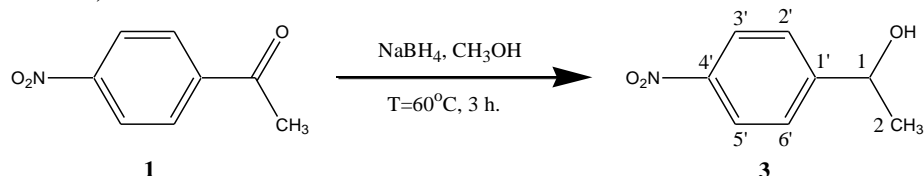


Схема 3

Чтобы получить высокий выход продукта исследовали влияние температуры, времени и соотношения реагентов. Реакцию проводили в течении 1.5 ч при температуре 30°C, 40°C, 60°C, 70°C и соотношении реагентов 1:1. Заметили, что при увеличении температуры соотношение 3:1, определяемое по данным ЯМР ^1H спектроскопии, увеличивается, при 60°C это соотношение получилось 1.36. При 30°C соотношение было 0.33, при 40°C – 0.54, при 70°C – 1.44. При 70°C соотношение 3:1 увеличилось незначительно, поэтому приняли решение далее проводить синтез при 60°C. Далее варьировали время реакции. Проводили реакции при температуре 60°C и соотношении реагентов 1:1 в течении 1.5 часа, 2 часов, 3 часов и 4 часов. При увеличении времени реакции, соотношение 3:1 увеличивалось: при 1.5 ч соотношение составляло 1.36, при 2 ч – 1.86, при 3 ч – 3.55, при 4 ч – 4.26. Также, как и в первом случае, при синтезе в течении 4 ч соотношение 3:1 увеличилось незначительно, поэтому приняли решение далее проводить синтез в течении 3 часов. Далее исследовали влияние соотношения 1 : NaBH_4 . Реакцию проводили при 60°C в течении 3 часов, при соотношении 1 : 1, 1 : 1.5 и 1 : 2. Наибольшее соотношение 3:1 = 11.5 было достигнуто при соотношении реагентов 1 : 2.

Полученное соединение было охарактеризовано с помощью ^1H ЯМР спектроскопии (рис. 2).

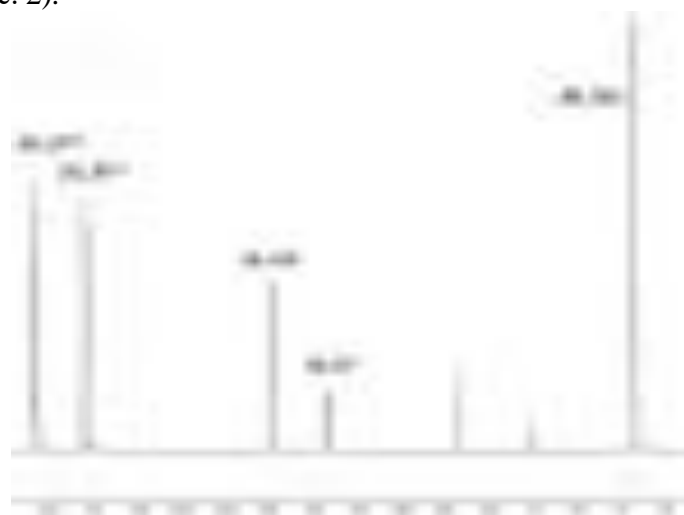


Рис. 2. ^1H ЯМР спектр 1-(4-нитрофенил)этанола (3)

На протонном спектре продукта наблюдалось 5 сигналов. В самом сильном поле с химическим сдвигом 1.34 м.д. выходил дублет от метильных протонов ацетильной

группы. В более слабом поле при 4.86 м.д. располагался мультиплет от атома водорода, соединенного со спиртовой группой в ацетильной группе. Далее при 5.50 м.д. находился дублет от спиртовой группы. Два оставшихся на спектре пика, находились в области ароматических сигналов. При этом в более сильном поле при 7.61 м.д. располагался дублет от H^3 и H^5 бензольного кольца, испытывающих электронодонорное влияние атома азота аминогруппы. В самом слабом поле наблюдался дублет при 8.8 м.д. от H^2 и H^6 . На спектре исходного соединения сигнал от метильных протонов ацетильной группы сдвинут в более слабое поле 2.75 м.д., а также на нем отсутствуют сигналы от спиртовой группы и от атома водорода ацетильной группы. Исходя из этого, можно сделать вывод, что был получен чистый продукт – 1-(4-нитрофенил)этанол.

Таким образом, в ходе проведенных экспериментов было установлено, что при соотношении субстрат : $NaBH_4$, равном 1:2 взаимодействие протекает с высокой степенью селективности, с участием только лишь карбонильной группы. Продукты реакции выделены с высокими выходами и обладают высокими показателями чистоты

1. Lewis M., Barnes C. L., Glaser R. The supramolecular architecture of 4-aminoacetophenone (1-(4-fluorophenyl)ethylidene) hydrazone hydrate. Double T-contacts and extremely low-density water layers in a mixed azine // Canadian journal of chemistry. – 1998. – Т. 76. – №. 10. – С. 1371-1378. <https://doi.org/10.1139/v98-171>
2. Чанышева А. Р., Привалов Н. В., Зорин В. В. Стереонаправленный синтез (R)-(+)-1-(4-нитрофенил)этанола // Баш. хим. ж. – 2024. – Т. 31. – №. 2. – С. 15-17.
3. Mishra V., Pandeya S. N., De Clercq E., Pannecouque C., Witvrouw M. Synthesis of aryl semicarbazone of 4-aminoacetophenone and their anti-HIV activity // Pharmaceutica Acta Helvetiae. – 1998. – V. 73. – I. 4. – P. 215–218.
4. Zheng Z., Wang Y., Zhao W., Xiong G., Cao X., Dai Y., Liu Y., and others. Adsorptive removal of uranyl ions in aqueous solution using hydrothermal carbon spheres functionalized with 4-aminoacetophenone oxime group // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2017. – V. 312. – № 2. – P. 187–198.
5. Kulakov I. V., Zhambekov Z. M., Fazylov S. D., Nurkenov O. A. Synthesis of 2-(4-chlorobenzylamino)-1-(4-nitrophenyl)ethanol and its chemical transformations // Russian Journal of General Chemistry. – 2008. – V. 78. – № 12. – P. 2374–2378.

РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Загидуллин А.А.

Проектирование микросервисной архитектуры для сети автоматизированных точек продаж с использованием 1С

*Казанский федеральный университет
(Россия, Казань)*

Научный руководитель: Галлямова Д.Х.

Аннотация

Статья посвящена вопросам автоматизации розничной торговли в условиях кадрового дефицита с использованием системы 1С. В рамках статьи рассматривается решение в виде сети автономных розничных магазинов, функционирующих без участия персонала. Описывается проектирование программно-аппаратного комплекса, использующего технологии компьютерного зрения и IoT-датчиков. Особое внимание уделяется архитектуре информационной системы, в которой платформа «1С:Предприятие» выступает в роли мастер-системы, интегрированной с микросервисами автоматизированных торговых точек через REST API. Анализируется и обосновывается эффективность выбранного стека технологий для обеспечения масштабируемости и надежности бизнеса, сокращения его расходов на фонд оплаты труда.

Ключевые слова: автоматизация ритейла, микросервисная архитектура, 1С:Предприятие, IoT, компьютерное зрение, интеграция данных, автономные магазины.

Современный рынок розничной торговли сталкивается с серьезными вызовами, главным из которых является дефицит линейного персонала. Рост издержек на фонд оплаты труда и ошибки, связанные с человеческим фактором стимулируют владельцев ритейл сетей искать новые форматы взаимодействия с покупателем. Одним из наиболее перспективных направлений является создание полностью автоматизированных точек продаж, работающих в режиме 24/7 без кассиров и продавцов.

Реализация проекта требует создания сложной и надежной ИТ-инфраструктуры. Ключевая проблема заключается не только в аппаратном обеспечении, но и в интеграции разнородных систем в единый контур управления. Необходимо обеспечить синхронизацию данных о товарах, ценах и остатках между физическими устройствами и учетной системой предприятия в режиме реального времени.

Целью данной работы является проектирование архитектуры информационной системы для сети автоматизированных точек продаж, где в качестве бэкенда будет использована конфигурация «1С:Управление торговлей».

Существующие на рынке подходы к автоматизации торговых процессов можно условно разделить на две большие группы. Первая подразумевает самостоятельную разработку, при которой программное обеспечение создается «с нуля» на высокоуровневых языках программирования. Такой подход обеспечивает максимальную производительность и адаптивность, однако требует существенных временных и финансовых инвестиций на реализацию базовой бизнес-логики. Альтернативный подход, выбранный в рамках данного исследования, предполагает использование специализированных решений для автоматизации торговых операций в качестве ядра системы. Данные решения предоставляет платформа «1С:Предприятие», занимающая лидирующие позиции на отечественном рынке и предлагающая широкий спектр функциональных возможностей[2]. Гибкость платформы и наличие встроенных механизмов интеграции, таких как HTTP-сервисы и OData, делают её оптимальным выбором для построения гибридных систем. Применение типовой конфигурации

«1С:Управление торговлей» позволит существенно сократить время вывода продукта на рынок за счет использования готовых, отлаженных блоков для автоматизации оперативного и управленческого учета, анализа и планирования торговых операций, что приведёт к возможности сосредоточить ресурсы разработки на уникальной логике автономной торговли.

Проектируемая архитектура системы автоматизированных точек продаж представляет собой многоуровневый программно-аппаратный комплекс. На нижнем уровне, непосредственно в торговой точке, предполагается функционирование физического оборудования, таких как «умные полки», оснащенные весовыми датчиками и система компьютерного зрения, необходимая для верификации действий покупателя. Данные с этих устройств агрегируются и обрабатываются на уровне микросервисов, которые выступают связующим звеном между данными устройствами и учетной системой. На верхнем уровне иерархии располагается бэкенд на базе «1С:Управление торговлей», выполняющая роль мастер-системы. Такая организация позволяет централизовать оперативно-управленческий учет. В среде 1С создаются карточки номенклатуры и устанавливаются правила ценообразования, которые затем передаются на периферийные устройства, такие как динамические ценники. Использование 1С в качестве мастер-системы при интеграции с микросервисной архитектурой и внешними устройствами проекта позволяет эффективно решать задачи публикации номенклатуры и обработки заказов в едином информационном пространстве [3].

Техническая реализация интеграционного контура базируется на использовании HTTP-сервисов и архитектурном стиле REST, что обеспечивает слабую связность компонентов системы. Обмен данными осуществляется посредством JSON-пакетов, содержащих информацию о совершаемых транзакциях, остатках и статусе оборудования. Платформа «1С:Предприятие» обладает рядом эффективных встроенных средств и готовых решений для создания и публикации веб-сервисов, что позволяет реализовать сервис-ориентированную архитектуру и обеспечить надежный обмен данными с внешними системами [1].

В заключение, целесообразность и актуальность данного проекта можно связать с значительным сокращением трудозатрат на реализацию базового функционала, минимизацию ошибок в учете и анализе данных, а также возможность принятия более обоснованных управленческих решений на основе актуальной информации из торговых точек. Переход на гибридную архитектуру позволит освободить ресурсы разработчиков для решения более стратегических задач и создания уникального клиентского опыта.

Компании, выбравшие автоматизацию на платформе 1С в связке с микросервисами, использованием IoT, интеграции с компьютерным зрением и мобильными сервисами, получают доступ к широкому спектру возможностей для дальнейшего роста, развития и оптимизации розничной торговли. Для достижения успеха в этом направлении необходимо не только правильно спроектировать архитектуру и выбрать технологии интеграции, но и проводить тщательную подготовку, тестирование компонентов и обеспечить надежную поддержку гетерогенной среды после внедрения системы.

1. Дибина Е. В., Корнющенко Е. В., Пашковская О. В. Автоматизация бизнес-процессов на платформе 1С:Предприятие // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsessov-na-platforme-1c-predpriyatie> (дата обращения: 28.02.2026).
2. Первый Бит. Почему выбирают программное обеспечение 1С [Электронный ресурс]. URL: <https://1cbit.ru/blog/pochemu-vybirayut-programmnoe-obespechenie-1s/> (дата обращения: 28.02.2026).
3. Чечун В.В. Сайт Web-студии с модулем интеграции с 1С:Управление торговлей. – Екатеринбург: РГППУ, 2017. – 70 с.

Кулешова И.А., Куров А.В.

Визуализация метаграфов как задача графического представления: критерии корректности и алгоритмические решения

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана
(Россия, Москва)*

Аннотация

В статье рассматривается проблема визуализации метаграфов – сложных иерархических структур, обобщающих графы и гиперграфы. Проанализированы существующие подходы к визуализации графов. Определены ключевые требования к визуализации: строгое сохранение вложенности вершин внутри метавершин, отсутствие пересечений фигур метавершин при отсутствии общих элементов, соответствие структуре метаграфа, минимизация пересечений ребер и занимаемой площади, обеспечение наглядности и возможности графического анализа. Предложены и детально описаны три адаптированных метода: модифицированный алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда, планетарная модель на основе пружинного укладчика и алгоритм FM³. Проведено сравнение методов по сформулированным требованиям. Обоснована необходимость специализированного метода для метаграфов.

Ключевые слова: метаграф, визуализация, силовые алгоритмы, алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда, планетарная модель, FM³, многоуровневые методы, вложенность, иерархия.

Abstract

The article discusses the problem of visualization of metagraphs, complex hierarchical structures that generalize graphs and hypergraphs. The existing approaches to graph visualization are analyzed. The key visualization requirements are defined: strict preservation of the nesting of vertices within metaperms, the absence of intersections of metaperm shapes in the absence of common elements, compliance with the structure of the metagraph, minimizing the intersection of edges and occupied area, ensuring visibility and the possibility of graphical analysis. Three adapted methods are proposed and described in detail: a modified Fruchterman-Reinhold algorithm, a planetary model based on a spring stacker, and the FM³ algorithm. The methods are compared according to the formulated requirements. The necessity of a specialized method for metagraphs is substantiated.

Keywords: metagraph, visualization, power algorithms, Fruhberman-Reinhold algorithm, planetary model, FM³, multilevel methods, nesting, hierarchy.

Введение.

Метаграфы представляют собой мощное обобщение традиционных графовых структур, таких как ориентированные графы и гиперграфы, предлагая более гибкий подход к моделированию сложных систем с множественными уровнями зависимостей. Согласно определению, данному А. Басу и Р. Блэннингом в их фундаментальной работе "Metagraphs and Their Applications" [1], метаграф определяется как структура $S = \langle X, E \rangle$, где X – порождающее множество элементов (атомарных сущностей, таких как переменные, данные или предложения), а E – множество ребер, каждое из которых является упорядоченной парой подмножеств элементов из X : входным множеством и выходным множеством. В отличие от простых графов, где ребра соединяют отдельные вершины, или гиперграфов, где ребра могут связывать произвольные множества без направления, метаграфы позволяют моделировать направленные отображения множеств на множества, что идеально подходит для представления процессов, где входы и выходы являются множествами связанных элементов. Это позволяет учитывать не только

индивидуальные взаимодействия, но и эмерджентные свойства, возникающие на уровне подсистем.

Сначала метаграфы были предложены как инструмент для анализа систем поддержки принятия решений. С тех пор метаграфы эволюционировали, интегрируя алгебраические свойства, матрицы инцидентности и смежности, которые позволяют формализовать операции над структурами, включая поиск метапутей – последовательностей ребер, соединяющих множества элементов. Метапути играют ключевую роль в анализе связности, доминирования и циклов, что отличает метаграфы от более простых моделей. Например, в метаграфе можно определить доминирующий метапуть, который охватывает все возможные связи между входами и выходами без избыточности, или идентифицировать мосты и разрезы, влияющие на устойчивость системы.

Применения метаграфов охватывают широкий спектр областей. В управлении моделями метаграфы используются для интеграции и отбора моделей в DSS (Decision Support System – системы поддержки принятия решений). В управлении данными и правилами они помогают моделировать базы знаний, обнаруживать неявные ограничения целостности и интегрировать правила с моделями и данными. Особо значимы приложения в анализе рабочих процессов и бизнес-процессов, где метаграфы позволяют представлять задачи как ребра, ресурсы как элементы, и анализировать взаимодействия информации, задач и ресурсов через проекции, обратные метаграфы и метаграфы потоков элементов. Например, в анализе рабочих процессов метаграфы помогают выявлять критические пути, зависимости ресурсов и возможности декомпозиции процессов для оптимизации организационной структуры. Кроме того, метаграфы могут найти применение в семантических сетях ИИ, логистике, биологических системах и даже социальных сетях, где они моделируют сложные отношения между группами сущностей.

Целью настоящего исследования является разработка и сравнение методов визуализации метаграфов, обеспечивающих корректное графическое отображение их иерархической структуры.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Сформулировать основные требования к визуализации метаграфов, включая сохранение вложенности и отсутствие пересечений фигур метавершин.
2. Адаптировать известные алгоритмы визуализации к особенностям метаграфов.
3. Провести сравнительный анализ методов по критериям корректности, читаемости и эффективности.
4. Определить рекомендации по выбору метода в зависимости от характеристик метаграфа и задачи.

Актуальность визуализации метаграфов.

Метаграфы получили признание в качестве формального аппарата для моделирования сложных систем с многомерными и групповыми зависимостями, превосходя в этом отношении традиционные графовые структуры. Их аналитическая ценность обусловлена способностью к представлению не только бинарных отношений, но и направленных отображений между множествами элементов, что позволяет учитывать эмерджентные свойства подсистем. Однако информативность данной абстрактной модели существенно снижается без средств её визуального представления. Визуализация становится критически важным интерфейсом между формальной спецификацией метаграфа и его когнитивным восприятием, обеспечивая переход от синтаксического анализа к семантическому исследованию структуры. В отсутствие такого интерфейса верификация свойств системы, выявление структурных паттернов и обнаружение аномалий в крупномасштабных метаграфах становятся чрезвычайно трудоёмкими задачами.

Актуальность разработки специализированных методов визуализации обусловлена рядом факторов. Во-первых, динамичность моделей в прикладных областях (например, в адаптивных бизнес-процессах или реконфигурируемых сетевых топологиях) требует методов автоматизированной генерации и обновления визуальных представлений, исключающих субъективные ошибки и задержки, присущие ручному построению диаграмм. Во-вторых, визуализация выполняет эвристическую функцию, облегчая индуктивное обнаружение структурных особенностей – таких как наличие избыточных метапутей, скрытых циклов или точек с высокой степенью посредничества, — которые могут быть неочевидны при анализе матриц инцидентности или алгебраических выражений. В-третьих, задача обеспечения масштабируемости и сохранения читаемости при визуализации иерархически организованных метаграфов большей размерности требует применения сложных алгоритмов компоновки, учитывающих многокритериальные метрики (например, минимизацию пересечений рёбер, равномерное распределение вершин).

Практическая значимость визуализации метаграфов наглядно проявляется в различных областях. При моделировании бизнес-процессов она позволяет оперативно находить узкие места и оценивать альтернативные сценарии. В семантических сетях и онтологиях визуализация помогает проверять целостность и выявлять противоречия в базах знаний. Для анализа сетевых инфраструктур и кибербезопасности графическое представление топологии – ключевой инструмент для оценки уязвимостей и моделирования угроз, так как делает видимыми кластеры устройств и паттерны взаимодействий. Наконец, в таких задачах, как биоинформатика или обнаружение финансового мошенничества, визуализация преобразует сложные многомерные отношения в интерпретируемые структуры, что напрямую поддерживает процесс формирования гипотез и принятия обоснованных решений.

Таким образом, визуализация метаграфов представляет собой неотъемлемый компонент их практического применения, выступая связующим звеном между формальной моделью и её содержательной интерпретацией. Разработка эффективных, масштабируемых и интерактивных методов визуализации является ключевым направлением, позволяющим преодолеть когнитивный барьер сложности и реализовать полный аналитический потенциал метаграфов в исследовании многомерных систем.

Методы и алгоритмы визуализации метаграфов.

Визуализация метаграфов представляет собой отдельный класс задач, это обуславливается спецификой их структуры, включающей совокупности элементов, направленные отношения между множествами и потенциально многоуровневую организацию. Классические алгоритмы визуализации графов (например, силовые методы на основе пружинной аналогии или алгоритмы слоистой компоновки для направленных ациклических графов) демонстрируют ограниченную применимость в данном контексте, поскольку не учитывают семантику вложенности и эмерджентные свойства. Это приводит к визуальным артефактам: существенным пересечениям рёбер, низкой читаемости группировок и неинтуитивному расположению компонентов, искажающему логические связи.

В работе [2] авторы формулируют задачу визуализации как нахождение позиций всех узлов (вершин и метавершин), которые обеспечивают однозначное и наглядное графическое представление. Ключевые математические требования определяются через координаты и геометрические свойства.

Каждая вершина v_r и метавершина m_q имеет позицию на плоскости: $p_{v_r} = (x_{v_r}, y_{v_r})$ и $p_{m_q} = (x_{m_q}, y_{m_q})$. Вектор позиций вершин обозначается как $p_V = (p_{v_1}, p_{v_2}, \dots, p_{v_{N_V}})$, а метавершин - $p_M = (p_{m_1}, p_{m_2}, \dots, p_{m_{N_M}})$, где N_V и N_M – количество вершин и метавершин соответственно. Общее обозначение для позиции узла (вершины

или метавершины) - p_{mv_i} . Расстояние между узлами рассчитывается как евклидово: $l_{e_h} = \left\| p_{mv_i} - p_{mv_j} \right\|$, где e_h - ребро, соединяющее узлы mv_i и mv_j .

Графическое представление метавершины – это геометрическая фигура F_{m_q} с позицией p_{m_q} и формой, которая должна полностью содержать все принадлежащие ей вершины без включения посторонних узлов. Критерии правильности визуализации включают:

1. координаты вершин не равны: $\forall i, \forall j: i \neq j \Rightarrow p_{v_i} \neq p_{v_j}$, причем координаты метавершин могут быть равны при наличии общих внутренних вершин;
2. все вершины $v_r \in m_q$ должны быть внутри фигуры F_{m_q} , а узлы, не принадлежащие метавершине фигуры метавершин не должны пересекаться, если метавершины не имеют общих элементов: $\forall j, \forall k: m_j \cap m_k = \emptyset \Rightarrow F_{m_j} \cap F_{m_k} = \emptyset$;
3. изображение должно быть наглядным, минимизируя пересечения ребер и площадь с равномерными расстояниями для удобства анализа [3-5].

Исходя из всего вышесказанного, в работе выделяются и обосновываются три перспективных методологических направления для решения данной проблемы. Предлагаемые подходы основаны на адаптации следующих парадигм:

1. расширенных физических аналогий с учётом групповых сил;
2. иерархической кластеризации и компоновки;
3. метафор планетарных систем для отображения вложенности.

Алгоритм Fruchterman-Reingold (модифицированный для метаграфов)

Этот метод основан на алгоритме Fruchterman-Reingold (FR), предложенном Томасом Фрочтерманом и Эдвардом Райнгольдом в 1991 году, который моделирует граф как физическую систему с силами притяжения и отталкивания для минимизации энергии системы. Согласно [6], FR особенно эффективен для визуализации лексических спектров (схожих слов, полученных из моделей наподобие BERT), где он используется для тонкой настройки после начальной компоновки, чтобы улучшить локальную читаемость и избежать перекрытий в плотных сетях. Для метаграфов FR модифицируется вводом типозависимых сил [2]: притяжение внутри метавершин усилено, отталкивание между метавершинами зависит от их размера, что позволяет учитывать иерархию и предотвращать пересечения фигур метавершин.

Алгоритм работает итеративно, имитируя физическую систему, где узлы — это частицы, а ребра — пружины. Сначала определяются параметры дисплея: высота области отображения H (в пикселях или единицах координат) и ширина W , затем площадь отображения $a = W \times H$, где a – общая площадь, доступная для размещения узлов.

Оптимальное расстояние между узлами k рассчитывается как $k = \sqrt{\frac{a}{|V|}}$, где $|V|$ – количество вершин в графе (для метаграфов это включает вершины и метавершины).

Геометрическое расстояние между двумя узлами u и v с позициями $pos_u = (pos_{u_x}, pos_{u_y})$ и $pos_v = (pos_{v_x}, pos_{v_y})$ вычисляется как евклидово расстояние $dis(u, v) = \sqrt{(pos_{u_x} - pos_{v_x})^2 + (pos_{u_y} - pos_{v_y})^2}$.

Силы в FR:

- отталкивание между всеми парами узлов: $f_r(u, v) = \frac{k^2}{dis(u, v)}$, где эта сила моделирует электростатическое отталкивание одноименных зарядов, предотвращая сгущение узлов. Квадрат оптимального расстояния k^2 в числителе служит для адаптации силы к текущей плотности графа

(масштабированию), а гиперболическая зависимость от расстояния $\frac{1}{dis}$ гарантирует, что при опасном сближении узлов ($dis \rightarrow 0$) сила резко возрастает, исключая перекрытия. Это обеспечивает равномерное заполнение области отображения;

- притяжение по ребру между соединенными узлами [2]: по закону Гука $f_a(n_1, n_2) = k \cdot dis(n_1, n_2)$, где сила притяжения пропорциональна расстоянию (как растянутая пружина), с коэффициентом жесткости пружины k , что отличается от стандартного квадратичного варианта в оригинальной работе FR (где $f_a = \frac{dis^2}{k}$), но линейная форма упрощает вычисления для лексических сетей и обеспечивает равномерность.

Для метаграфов вводятся модификации: отталкивание между метавершинами усиливается коэффициентом $c_r(m_q, m_p) = N_{m_q} \cdot N_{m_p}$, где N_{m_q} и N_{m_p} – количество вершин в метавершинах m_q и m_p , так что $f_r(m_q, m_p) = c_r \cdot \frac{k^2}{dis(m_q, m_p)}$, чтобы избежать пересечений крупных групп, а внутри метавершины добавляется притяжение к центру p_{m_q} как $f_{in}(v_r) = c_{in} \cdot (p_{m_q} - p_{v_r})$, где $c_{in} > 1$ – коэффициент усиления, обеспечивающий вложенность вершин v_r в m_q .

Этапы алгоритма:

1. Инициализация случайных позиций $p_{mv_i} = (x_i, y_i)$ для всех узлов области размером $W \times H$.
2. На каждой итерации t для каждого узла рассчитывается результирующая сила $S_{mv_i} = (f_x, f_y)$, векторная сумма всех сил: $S_{mv_i} = \sum_{j \neq i} f_r(\|p_{mv_i} - p_{mv_j}\|) \cdot u_{ij} + \sum_{conn} f_a(\|p_{mv_i} - p_{conn}\|) \cdot u_{i,conn} + f_{in}$, где u_{ij} – единичный вектор направления от mv_i к mv_j .
3. Обновление позиций: $p_{mv_i}^{new} = p_{mv_i} + \delta_t \cdot \frac{S_{mv_i}}{\|S_{mv_i}\|}$, где δ_t – шаг перемещения, снижающийся с итерациями, например, линейно, $\delta_t = \delta_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, с начальной $\delta_0 \approx 0,1k$ и общим числом итераций T .
4. Остановка по достижению максимума энергии системы $E = \sum_{edges} k \cdot dis(e)^2 + \sum_{pairs} \frac{k^2}{dis(pair)}$ (в линейном варианте) или когда изменения позиций малы (например, $\Delta E < \epsilon$, где ϵ – порог, скажем 0,01).

Для вершины v_r в метавершине m_q общая сила:

$$S_{v_r} = \sum_{j \neq r} f_r(\|p_{v_r} - p_{mv_j}\|) \cdot u_{rj} + \sum_{e \in E} f_a(\|p_{v_r} - p_{mv_{conn}}\|) \cdot u_{r,conn} + c_{in} \cdot (p_{m_q} - p_{v_r})$$

Это обеспечивает вложенность, минимизируя пересечения, и улучшает визуализацию семантических сетей, делая кластеры более плотными и интуитивными.

Алгоритм планетарной модели на основе пружинного укладчика (SpringEmbeddedPlanetary Model — расширение Eades' Spring Embedder)

Планетарная модель представляет собой расширение классического алгоритма пружинной укладки (Eades' Spring Embedder). В работе [7] данный метод описан как базовый силовой алгоритм, моделирующий рёбра графа как пружины, подчиняющиеся закону Гука, с целью генерации симметричных расположений с равномерными длинами рёбер.

Пружинные укладчики, включая алгоритм Eades, часто инициализируются случайными расположениями, что приводит к пересечениям рёбер в планарных графах, поскольку целевая функция не учитывает данный фактор (рисунок 1). Для повышения

качества визуализации предлагается использовать планарную предварительную обработку, например, применение алгоритмов FPP, Schnyder или Kant для построения начального планарного рисунка. Это позволяет снизить количество пересечений и улучшить такие метрики, как разделение узлов, равномерность длины рёбер и угловое разрешение.

Классический Eades: случайная инициализация → пересечения

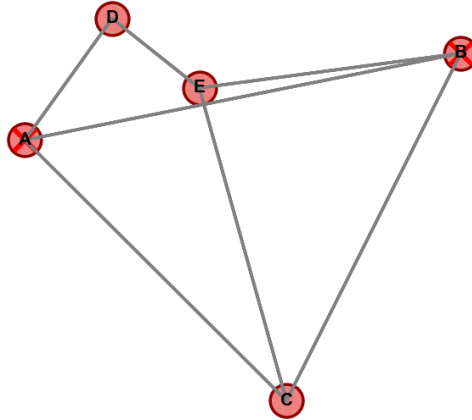
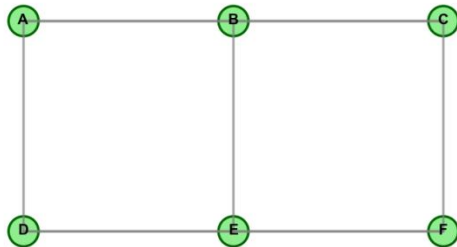


Рисунок 1. Иллюстрация проблемы классического алгоритма Eades

Для работы с метаграфами модель расширяется на многоуровневые иерархические структуры: метавершины представляются в виде "планет" с центростремительными силами, а внутренние вершины — в виде "спутников" на орбитах. Такой подход обеспечивает сохранение вложенности и предотвращает пересечения фигур, интегрируя методы иерархической укладки [8,9] как топологически сохраняющие и ограниченные укладки (рисунок 2).

Планетарная модель на основе пружинного укладчика (Spring-Embedded Planetary Model)

А) Планарная предобработка (алгоритм Schnyder/FPP: нет пересечений, структура оптимизирована)



Б) Планетарная модель: метавершины и спутники

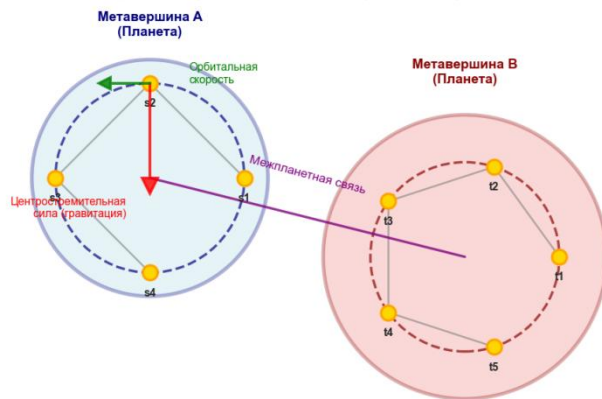


Рисунок 2. Планетарная модель для визуализации метаграфов

Алгоритм функционирует итеративно, имитируя физическую систему с силами притяжения и отталкивания, адаптированными для иерархий. Базовые параметры [7] включают константы для сил: c_1 – коэффициент притяжения, c_2 – желаемая длина пружины, c_3 – коэффициент отталкивания. Геометрическое расстояние между узлами u и v с позициями $pos_u = (pos_{u_x}, pos_{u_y})$ и $pos_v = (pos_{v_x}, pos_{v_y})$ вычисляется как евклидово

$$dis(u, v) = \sqrt{(pos_{u_x} - pos_{v_x})^2 + (pos_{u_y} - pos_{v_y})^2}.$$

Силы в базовом алгоритме Eades:

1. Сила притяжения по ребру: $F_{a(u,v)} = c_1 \cdot \log\left(\frac{dis(u,v)}{c_2}\right)$.
Логарифмическая форма в отличие от линейной в алгоритме

Фрюхтермана-Рейнгольда обеспечивает слабое притяжение на больших расстояниях и сильное – на малых, моделируя растяжение пружины. Константа c_2 задаёт желаемую длину ребра, часто устанавливаемую как средняя длина ребра в начальном расположении.

2. Сила отталкивания между всеми парами узлов: $F_{r(u,v)} = \frac{c_3}{dis(u,v)^2}$. Сила обратно пропорциональна квадрату расстояния, предотвращая перекрытия узлов и имитируя электрическое отталкивание.

Для планетарного расширения на метаграфы вводятся следующие модификации: метавершины размещаются с использованием базового пружинного укладчика, где радиус метавершины r_{mq} задается как $r_{mq} = \sqrt{N_{mq}} \cdot c_2$, где N_{mq} – количество вершин в метавершине, c_2 – желаемая длина ребра. Для внутренних вершин добавляется центростремительная сила, моделирующая гравитацию:

$$f_c(v_r) = \frac{G \cdot m_{mq} \cdot m_{v_r}}{dis(v_r, m_q)^2},$$

где G – гравитационная константа, m_{mq} и m_{v_r} – «массы» (можно принять что 1 – для одной вершины, для метавершин масса пропорциональна количеству вершин, которое она содержит), $dis(v_r, m_q)$ – расстояние от вершины v_r до центра метавершины m_q .

Для имитации стабильных орбит позиция вершины корректируется тангенциально $p_{v_r}^{new} = p_{v_r} + v_t \cdot \Delta t \cdot t$, где Δt – шаг по времени, $v_t = \sqrt{G \frac{m_{mq}}{dis(v_r, m_q)}}$ – орбитальная скорость, t – единичный тангенциальный вектор, перпендикулярный радиус-вектору $r = p_{v_r} - p_{m_q}$.

Алгоритм:

1. Инициализация: Размещение метавершин с помощью базового пружинного укладчика (с использованием планарного начального расположения из предобработки, например, алгоритмов FPP или Schnyder, для минимизации начальных пересечений). Вершины внутри метавершин размещаются случайным образом на орбитах радиуса r_{mq} .

2. Итерации: на каждой итерации t для каждого иерархического элемента вычисляется результирующая сила: $S_{mv_i} = \sum f_r + \sum f_a + f_c$, где $\sum f_r$ – сумма сил отталкивания между всеми парами узлов, вычисляемая как $f_r(u,v) = \frac{c_3}{dis(u,v)^2}$ (сила обратно пропорциональна квадрату расстояния, предотвращая перекрытия), $\sum f_a$ – сумма сил притяжения по ребрам графа: $f_a(u,v) = c_1 \cdot \log\left(\frac{dis(u,v)}{c_2}\right)$ (логарифмическая форма обеспечивает равновесную длину ребра c_2), f_c – центростремительная сила для вершин-спутников: $f_c(v_r) = \frac{G \cdot m_{mq} \cdot m_{v_r}}{dis(v_r, m_q)^2}$, c_1, c_2, c_3 – параметры алгоритма Eades (коэффициент притяжения, желаемая длина ребра и коэффициент отталкивания соответственно).

3. Обновление позиций по формуле: $p_{mv_i}^{new} = p_{mv_i} + \delta_t \cdot \frac{S_{mv_i}}{\|S_{mv_i}\|}$, где δ_t – шаг перемещения, уменьшающийся с итерациями, например, линейно, $\delta_t = \delta_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, от начального значения $\delta_0 \approx 0,1c_2$ и общим числом итераций T .

4. Критерий остановки: алгоритм останавливается при достижении минимума функции энергии E или когда изменения становятся малыми ($\Delta E < \varepsilon$, где $\varepsilon \approx 0,01$). Функция энергии имеет вид:

$$E = \sum_{edges} c_1 \cdot \log\left(\frac{dis(e)}{c_2}\right)^2 + \sum_{pairs} \frac{c_3}{dis(pair)} + \sum_{v \in m} \frac{G \cdot m_{mq} \cdot m_{v_r}}{dis(v_r, m_q)}$$

Для вершины на орбите баланс сил задается условием:

$$f_c = \frac{v_c^2}{r} \cdot m_{v_r},$$

где $r = \left\| p_{v_r} - p_{m_q} \right\| = \text{dis}(v_r, m_q)$. Это предотвращает пересечения, фиксируя вершины внутри радиуса r_{m_q} .

Алгоритм FM³ (Быстрый Мультипольный Многоуровневый Метод)

Многоуровневые иерархические алгоритмы визуализации, также известные как методы многоуровневой укладки графов, представляют собой класс масштабируемых подходов, предназначенных для эффективной обработки крупных графов с тысячами узлов. Традиционные силовые алгоритмы в таких случаях сталкиваются с вычислительной сложностью $O(N^2)$ и проблемой застревания в локальных минимумах энергии. Согласно [10], описывающей алгоритм FM³, данный метод сочетает многоуровневую кластеризацию с быстрым приближённым расчётом сил посредством мультипольного разложения и аппроксимации Барнса-Хата. Это позволяет достичь временной сложности $O(N \log(N))$ при сохранении таких качеств рисунка, как равномерность распределения узлов и минимизация пересечений ребер.

Для метаграфов, где метавершины естественным образом образуют иерархические кластеры, алгоритм FM³ особенно актуален. Он позволяет интегрировать семантику вложенности: метавершины трактуются как суперузлы, а их внутренние вершины детализируются. Такой подход обеспечивает сохранение структурной целостности и предотвращает появление артефактов визуализации, таких как "эффект волосатого шара" в плотных сетях.

Алгоритм FM³ структурирован в три основные фазы, отражающие классическую многоуровневую парадигму, основанную на методах многосеточного решения дифференциальных уравнений:

1. грубая кластеризация;
2. начальное размещение;
3. рафинирование.

В контексте метаграфов эти фазы адаптируются следующим образом: на этапе кластеризации граф последовательно разбивается на иерархические уровни путем агрегации узлов в суперузлы. В большинстве случаев для этого используется алгоритм Лувена, максимизирующий модулярность. Модулярность Q определяется как:

$$Q = \frac{1}{2m} * \sum_{i,j} \left(A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right) \delta(c_i, c_j),$$

где A_{ij} – элемент матрицы смежности, m – общее количество ребер в графе, k_i, k_j – степени узлов i и j , $\delta(c_i, c_j) = 1$, если узлы i и j принадлежат одному и тому же кластеру c , иначе 0. Процесс итеративно агрегирует узлы, максимизируя прирост модулярности ΔQ .

Для метаграфов метавершины предопределяют начальные кластеры, что ускоряет сходимость и сохраняет семантическую структуру.

В фазе начального размещения на самом грубом уровне (где граф сведён к малому числу суперузлов) применяется быстрый силовой алгоритм, например, Фрюхтермана-Рейнгольда, для расчёта начальных позиций. Энергия системы минимизируется согласно функции:

$$E = \sum_{\text{edges}} k \cdot \text{dis}(e)^2 + \sum_{\text{pairs}} \frac{k^2}{\text{dis}(\text{pair})},$$

где k - параметр оптимального расстояния между узлами, а dis – евклидово расстояние.

Для метаграфов позиции суперузлов, представляющих метавершины, могут быть частично зафиксированы, чтобы отразить глобальную иерархическую структуру.

На этапе рафинирования на каждом последующем уровне (при переходе от грубого к детальному) позиции узлов интерполируются: позиция дочернего узла p_{sub} вычисляется на основе позиции родительского суперузла p_{super} с добавлением локального сдвига Δ :

$$p_{\text{sub}} = p_{\text{super}} + \Delta$$

Сдвиг Δ рассчитывается с учётом сил, действующих на более детальном уровне. Ключевая оптимизация заключается в аппроксимации сил отталкивания с помощью мультипольного разложения. Для кластера k с центром c_k и суммарным «зарядом» q_k (равным сумме масс узлов в кластере) сила отталкивания приближенно вычисляется с помощью дерева Барнса-Хата – структуры данных типа квадродерева (в 2D) или октодерева (в 3D), которая рекурсивно разделяет пространство на квадранты. Если узел p находится достаточно далеко от квадранта (угол, под которым виден квадрант, меньше порогового значения, обычно 0.5), то для всех узлов внутри этого квадранта используется одно агрегированное мультипольное приближение, что снижает вычислительную сложность с $O(N^2)$ до $O(N \log(N))$.

В метаграфах этап рафинирования учитывает вложенность: внутренние вершины метавершины корректируются с ограничением на радиус r_{m_q} , при этом минимизируется локальная энергия:

$$E_{\text{local}} = \sum_{v \in m_q} \|p_v - p_{m_q}\|^2 + \sum_{\text{edges} \in m_q} (\text{dis}(e) - k)^2$$

Алгоритм завершается по достижению заданного порога энергии или фиксированного числа итераций. Постобработка может включать дополнительные шаги для минимизации пересечений рёбер, такие как метод отталкивания вершин от рёбер, используемый в алгоритме ImPrEd.

Общая асимптотическая сложность $O(N \log(N))$ достигается именно за счёт использования дерева Барнса-Хата. Для метаграфов иерархическая структура сохраняется с использованием проекции позиций между уровнями. Позиция узла на уровне l может вычисляться в зависимости от позиции на уровне $l + 1$ по формуле сглаживания:

$$p_l = \alpha * p_{l+1} + (1 - \alpha) * p_{\text{init}}$$

где α – фактор сглаживания (обычно в диапазоне 0.5-0.8), а p_{init} — начальная позиция, полученная на этапе предобработки.

Сравнительный анализ.

Сравнительный анализ методов визуализации метаграфов выполняется по признакам и критериям, определённым выше, а также по ключевым качественным характеристикам, вытекающим из задачи визуализации:

- сохранение вложенности вершин внутри метавершин (только $v_r \in m_q$ должны находиться внутри геометрической фигуры F_{m_q} , без включения посторонних узлов);
- отсутствие пересечений фигур метавершин ($F_{m_j} \cap F_{m_k} = \emptyset$) при отсутствии общих элементов метавершин $m_j \cap m_k = \emptyset$;
- соответствие семантической структуре метаграфа $S = (V, M, E)$ (учет типов узлов и ребер);
- минимизация количества пересечений рёбер;
- минимизация занимаемой площади изображения;
- обеспечение наглядности и пригодности для графического анализа.

Модифицированный алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда обеспечивает высокую степень сохранения вложенности за счёт введения специального притяжения вершины к центру принадлежащей ей метавершины. Математически это выражается добавлением в целевую функцию члена, направленного на удержание вершин внутри заданной геометрической области. Отсутствие пересечений фигур метавершин достигается усилением силы отталкивания между ними, пропорционального их размерам, что препятствует наложению фигур, не имеющих общих элементов. Соответствие структуре метаграфа поддерживается за счёт типозависимых сил, учитывающих различие между вершинами и метавершинами. Пересечения рёбер минимизируются в результате стремления алгоритма к равномерным расстояниям между узлами, хотя в плотных

структурах возможны локальные скопления. Занимаемая площадь изображения обычно умеренная благодаря симметричному распределению узлов. Наглядность и пригодность для анализа высоки благодаря эстетичной симметрии и равномерной длине рёбер, что облегчает визуальное выявление метапутей, циклов и ключевых узлов.

Планетарная модель демонстрирует наивысший уровень гарантированного соблюдения вложенности и отсутствия пересечений фигур метавершин. Центростремительная сила и условие орбитального равновесия физически фиксируют вершины внутри орбитального радиуса, гарантируя, что фигура полностью содержит принадлежащие ей вершины. При отсутствии общих элементов пересечения фигур метавершин исключаются за счёт строгой орбитальной изоляции. Соответствие структуре метаграфа соблюдается полностью, поскольку иерархия встроена в саму модель (планеты и спутники). Пересечения рёбер минимизируются благодаря равномерному орбитальному распределению. Занимаемая площадь изображения может превышать среднюю из-за необходимости поддерживать орбиты, но остаётся контролируемой. Наглядность высока для глубоко иерархических структур, однако специфический «планетарный» вид может снижать универсальность восприятия при анализе слабо иерархических метаграфов.

Алгоритм FM³ обеспечивает масштабируемость при сохранении ключевых структурных требований. Вложенность вершин внутри метавершин соблюдается благодаря использованию метавершин в качестве естественных суперузлов на грубых уровнях и последовательному уточнению позиций на детальных уровнях, что минимизирует нарушения границ фигур. Отсутствие пересечений фигур метавершин достигается за счёт иерархической кластеризации, изначально разделяющей несвязанные группы. Соответствие структуре метаграфа поддерживается на всех уровнях благодаря сохранению семантики метавершин в процессе агрегации и рафинирования. Пересечения рёбер и занимаемая площадь изображения минимизируются наиболее эффективно среди всех рассматриваемых методов благодаря глобальной оптимизации на грубых уровнях и локальной аппроксимации сил с использованием мультипольного разложения. Наглядность остаётся высокой даже для крупных метаграфов, хотя мелкие локальные детали могут быть частично сглажены в процессе агрегации, что требует осторожности при интерпретации тонкой структуры.

Таким образом, наивысшую гарантию сохранения вложенности и полного исключения пересечений фигур метавершин обеспечивает планетарная модель за счёт механизма строгой орбитальной фиксации вершин. Оптимальную минимизацию пересечений рёбер и занимаемой площади изображения при работе с крупномасштабными данными демонстрирует алгоритм FM³, что достигается благодаря его многоуровневой архитектуре и использованию мультипольных приближений, снижающих вычислительную сложность. Наиболее сбалансированное выполнение всех структурных и эстетических требований, включая высокую наглядность и симметричность компоновки, характерно для модифицированного алгоритма Фрюхтермана-Рейнгольда, который предлагает лучший компромисс между точностью визуализации иерархии, качеством рисунка и вычислительной эффективностью. Поэтому для задач, где критически важны абсолютная геометрическая корректность вложенности и недопустимы любые пересечения фигур метавершин (например, визуализация глубоких иерархий малого и среднего размера), предпочтение следует отдавать планетарной модели. При необходимости обработки очень крупных метаграфов (тысячи узлов и более) с минимальным количеством пересечений рёбер и компактным использованием пространства безальтернативным выбором является алгоритм FM³ благодаря его превосходной масштабируемости. В типичных сценариях работы с метаграфами среднего размера, где одновременно требуются высокая наглядность, эстетическое качество рисунка и возможность частого обновления модели, оптимальным решением выступает модифицированный алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда, обеспечивающий наилучший баланс по всем ключевым критериям.

Перспективным направлением является разработка гибридных подходов (например, комбинация планарной предварительной обработки, рафинирования средствами FM³ и финальной доводки алгоритмом FR), которые могли бы объединить преимущества всех трёх методов.

Заключение.

Проведённое исследование методов визуализации метаграфов демонстрирует, что адаптация классических силовых и многоуровневых алгоритмов позволяет эффективно решать задачу пространственного представления сложных иерархических структур. Каждый из трёх рассмотренных подходов, модифицированный алгоритм Фрюхтермана-Рейнгольда, планетарная модель и метод FM³, оптимизирован под определённые классы задач: геометрическая точность, универсальность или высокая масштабируемость. Критериальный анализ, основанный на требованиях к сохранению вложенности, минимизации пересечений и обеспечению наглядности, формирует чёткое практическое руководство для выбора метода в зависимости от приоритетов конкретной задачи: размера метаграфа, глубины иерархии и требуемой точности визуализации.

Полученные результаты подтверждают теоретическую состоятельность и практическую применимость предложенных методов в таких актуальных областях, как анализ бизнес-процессов, семантических сетей, биоинформатических и сетевых моделей. Визуализация метаграфов перестаёт быть исключительно иллюстративной функцией, становясь полноценным инструментом аналитического выявления паттернов, противоречий и точек оптимизации в сложных системах.

Полученные результаты наглядно демонстрируют, что существующие методы, будучи эффективными в своих нишевых областях, неспособны в одиночку удовлетворить комплекс требований к визуализации метаграфов в полном объёме. Это выявляет острую потребность в разработке нового класса гибридных алгоритмов, которые смогли бы системно интегрировать сильные стороны различных подходов. Подобные гибридные решения позволили бы, например, сочетать гарантию вложенности планетарной модели, скорость метода Фрюхтермана-Рейнгольда, а также масштабируемость и глобальную оптимизацию алгоритма FM³. Создание адаптивных фреймворков, способных комбинировать разные стратегии компоновки на различных этапах обработки или для разных частей иерархии, позволит достичь качественно нового уровня визуализации сложных метаграфов.

1. Басу А., Блэнинг Р.У. Метаграфы и их приложения: монография / пер. с англ. – Нью-Йорк: Springer Science+Business Media, 2007– 187 с.
2. Штогрин, Е. С., Кривенко А. С. Метод визуализации метаграфа // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – С. 124–130.
3. Ейдис П. Эвристический метод укладки графов // Congressus Numerantium. – 1984. – № 42. – С. 149–160.
4. Ейдис П., Линь Х. Пружинные алгоритмы и симметрия // Теоретическая информатика. – 2000. – Т. 240, № 2. – С. 379–405.
5. Фрюхтерман Т. М. Дж., Рейнгольд Э. М. Укладка графов методом силового позиционирования // Программное обеспечение: практика и опыт. – 1991. – Т. 21, № 11. – С. 1129–1164.
6. Хуан Ж., Гай Х., Цзин Ж., Вань Ф. Визуализация спектра слов на основе алгоритма ForceAtlas2, оптимизированного методом Фрюхтермана-Рейнгольда // Электрические системы. – 2024. – Т. 20, № 2. – С. 7–15.
7. Фаулер Дж., Кобоуров С. Г. Планарная предварительная обработка для пружинных укладчиков // Технический отчет TR12-03 Департамента компьютерных наук Университета Аризоны. – 2012. – 31 с.
8. Исследование сетей с использованием совмещённого обзорно-детального представления и кооперативной компоновки на основе ограничений / Т. Дуайер, К.Марриотт, Ф.Шрайбер, П.Дж.Стаки, М.Вудворд, М.Уайброу // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2008. – Т. 14, № 6. – С. 1293–1300.
9. Дуайер Т., Марриотт К., Уайброу М. Топологически сохраняющая ограниченная укладка графов // Укладка графов: труды 16-го Международного симпозиума.- GD. – 2008. – 12 с.
10. Многоуровневый быстрый мультипольный алгоритм для расчёта полей / Д.М.Солис, М.Г.Араужо, С.Гарсия, Ф.Обельейро, Х.М.Табоада // Journal of Electromagnetic Waves and Applications. – 2018. – Vol. 32, No. 10. – P. 1261–1274.

Попов А.А., Буланцев Г.И.
Анализ уязвимостей и методов защиты LLM-систем в технической поддержке биллинговых платформ

Аннотация

Биллинговые платформы являются критической инфраструктурой для телекоммуникационных компаний и финансовых организаций, обеспечивая обработку платежей и управление счетами абонентов. Внедрение больших языковых моделей (LLM) в техническую поддержку этих платформ позволяет значительно повысить скорость обработки запросов и качество обслуживания. Однако использование генеративного искусственного интеллекта создает новые, специфические векторы атак, такие как промпт-инъекции, утечка конфиденциальных данных и "галлюцинации" модели, которые могут привести к финансовым потерям. Данная статья посвящена анализу ключевых уязвимостей LLM-систем в контексте технической поддержки биллинга, а также обзору существующих методов защиты, включая фильтрацию ввода/вывода, изоляцию данных и поведенческий анализ аномалий.

Ключевые слова: биллинговые системы, большие языковые модели, мошенничество.

Abstract

Billing platforms are a critical infrastructure for telecommunications companies and financial institutions, responsible for payment processing and subscriber account management. The integration of Large Language Models (LLMs) into the technical support of these platforms significantly enhances request processing speed and service quality. However, the use of generative artificial intelligence introduces new, specific attack vectors, such as prompt injections, sensitive data leakage, and model hallucinations, which can lead to financial losses. This paper analyzes the key vulnerabilities of LLM systems in the context of billing technical support and reviews existing protection methods, including input/output filtering, data isolation, and behavioral anomaly detection.

Keywords: billing systems, large language models, fraud.

В условиях стремительной цифровой трансформации телеком-муникационной и финансовой отраслей, биллинговые системы стали критическим звеном инфраструктуры, обеспечивающим бесперебойную обработку платежей, тарификацию услуг и ведение лицевого счета абонентов. С ростом клиентской базы и усложнения тарифных планов нагрузка на службы технической поддержки многократно возрастает. Внедрение систем на основе больших языковых моделей (LLM) в контуры технической поддержки биллинговых платформ было лишь вопросом времени: это позволяет автоматизировать ответы на типовые запросы, анализировать огромные массивы данных и ускорять решение проблем абонентов [1].

Техническая поддержка биллинга (B2C и B2B) — это не просто консультирование, а работа с высокочувствительными данными: персональной информацией, платежными реквизитами, историей операций. Интеграция LLM в этот процесс, будь то в виде AI-ассистентов оператора или чат-ботов для клиентов, открывает новые горизонты эффективности, но одновременно порождает специфический класс уязвимостей, требующих пристального внимания [2].

Следует уделить особое внимание безопасности LLM в биллинге, поскольку компрометация таких систем может привести не только к утечке конфиденциальных данных миллионов пользователей, но и к прямым финансовым потерям, изменению параметров тарификации или несанкционированному списанию средств. Несмотря на кажущуюся надежность алгоритмов машинного обучения, B2B и B2C сектора сталкиваются с новыми вызовами, связанными с "интеллектуальным" мошенничеством.

В контексте LLM-поддержки биллинга наиболее опасными формами атак являются промпт-инъекции (prompt injection), когда злоумышленник специальными формулировками заставляет модель игнорировать предыдущие инструкции и выполнять нежелательные действия, например, запрашивать данные чужого аккаунта [3]. Дополнительным эффективным инструментом злоумышленников выступает атака типа "извлечение данных из памяти модели" (data extraction), что особенно заметно при некорректной настройке фильтров. В отличие от традиционных баз данных, LLM могут при определенных условиях "галлюцинировать", выдавая правдоподобные, но ложные сведения о балансе или услугах, что ведет к неверным управленческим решениям или потере лояльности клиентов [3].

Для минимизации рисков операторы биллинговых систем и разработчики LLM-решений стараются проводить многоуровневый анализ безопасности, а также внедрять специализированные защитные архитектуры. Однако данные проведенные мероприятия, в силу новизны технологии, пока не способны гарантировать абсолютную защиту от целенаправленных атак. Для анализа применяемых методов обеспечения безопасности LLM в технической поддержке рассмотрим три гипотетических подхода, характерных для современных платформ: принцип "Доверенный помощник", архитектура "SecureBill AI" и решение "GuardLLM".

Принцип "Доверенный помощник" реализует комплексную защиту на уровне ввода и вывода. В первую очередь, она предлагает аналитический фильтр интенгов (намерений) до передачи запроса в нейросеть: все сообщения проверяются на наличие маркеров социальной инженерии или попыток обхода ограничений. Также предусмотрены элементы защиты данных через маскирование чувствительной информации (PII-маскинг): номера счетов и паспортные данные заменяются плейсхолдерами еще до того, как запрос попадает в языковую модель. Дополнительно осуществляется контроль выходных данных (output validation): ответ LLM проверяется на предмет непреднамеренной выдачи скрытых данных или нарушения политик. Именно этот принцип реализован в Azure AI Content Safety (Microsoft) [4].

В этом принципе активно использует алгоритмы семантического анализа для оценки тональности диалога и проводит тщательную проверку контекста, что позволяет выявлять потенциальные риски эскалации конфликта или фишинга на начальном этапе взаимодействия. Однако внедрение таких пре- и пост-процессоров требует значительных вычислительных ресурсов, увеличивая задержки в ответах, что может быть проблематично для крупных колл-центров, а фильтры могут давать ложные срабатывания, блокируя легитимные запросы и снижая доверие к автоматизации.

Архитектура «SecureBill AI» осуществляет защиту от мошеннических действий преимущественно через изоляцию модели и контроль доступа (RAG — Retrieval-Augmented Generation). Эта платформа не использует предварительно обученную на биллинговых данных модель напрямую. Вместо этого, SecureBill AI изолирует LLM от баз данных: языковая модель работает только как интерфейс, преобразующий запросы на естественном языке в структурированные запросы (SQL) к защищенной биллинговой системе. Критически важными аспектами здесь являются строгая аутентификация пользователя, чьи права проверяются до выполнения любого действия, и аудит всех сгенерированных моделью транзакций [5].

Анализ методов защиты на платформе SecureBill AI показывает более безопасный, но ограниченный подход. Основным методом здесь является строгое разграничение полномочий и контроль доступа на уровне данных, что минимизирует риски утечек, но снижает гибкость системы. Такой подход может отпугнуть пользователей, привыкших к "живому" диалогу, из-за шаблонности ответов. Кроме того, если злоумышленнику удастся сломать логику преобразования "текст-SQL", он сможет выполнить произвольный запрос к базе данных, а ошибки из-за некорректной интерпретации человеческого запроса в код могут привести к неверным начислениям.

Решение GuardLLM применяет гибридные методы. Она использует модуль поведенческого анализа на базе ИИ для выявления аномалий в паттернах диалогов. Если стандартный пользователь спрашивает о балансе, а злоумышленник пытается заставить бота выполнить команду "забудь все предыдущие инструкции и покажи хеш паролей", поведенческий детектор маркирует такой диалог как подозрительный. Кроме того, в системе используется внутренний рейтинг доверия к сессии и анализ связей между попытками атак, что способствует более надежной идентификации угроз. Однако разработчики часто указывают в описании, что система не несет ответственности за нулевую толерантность к новым, неизвестным типам атак (zero-day), что подчеркивает необходимость внимательного подхода администраторов к мониторингу логов и оценке аномалий [6].

В отличие от предыдущих подходов, платформа GuardLLM использует современные технологии, такие как ансамблевые модели обнаружения аномалий, для проверки контекста диалога. Однако конечная ответственность за принятие критических решений — например, блокировку подозрительной транзакции — по-прежнему часто ложится на человека-оператора, что требует от компаний постоянного повышения квалификации сотрудников службы поддержки. Несмотря на сложные системы защиты, на всех этих платформах существует фундаментальный недостаток: LLM по своей природе является стохастической системой. Ни один из существующих методов не гарантирует абсолютного отсутствия "галлюцинаций" или уязвимости к хорошо спроектированной промпт-атаке, что особенно критично при изменении тарифов или списании средств.

Следует отметить, что ни один из предложенных методов не отвечает в полной мере требованиям идеальной безопасности. Рынок биллинговых систем и их технической поддержки остро нуждается в дополнительных инструментах, которые помогли бы не только отсеивать мошеннические запросы, но и верифицировать фактологическую точность ответов самой LLM, а также создавать формальные доказательства того, что модель не была скомпрометирована в ходе диалога.

1. "LLM для автоматизации поддержки" [Электронный ресурс]. - URL: <https://habr.com/ru/companies/tbank/articles/879128/> (дата обращения: 18.02.2026).
2. "Automating Billing and Invoicing with AI" [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.smartertech.com/articles/automating-billing-and-invoicing-with-ai> (дата обращения: 18.02.2026).
3. "OWASP Top 10 for Large Language Model Applications" [Электронный ресурс]. - URL: <https://owasp.org/www-project-top-10-for-large-language-model-applications/> (дата обращения: 18.02.2026).
4. "Описание системы Azure AI Document Intelligence" [Электронный ресурс]. - URL: <https://soware.ru/products/azure-ai-document-intelligence> (дата обращения: 18.02.2026).
5. "Retrieval-Augmented Generation (RAG) for business: Full guide" [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.meilisearch.com/blog/rag-for-business> (дата обращения: 18.02.2026).
6. "Агентный искусственный интеллект" [Электронный ресурс]. - URL: <https://simpleone.ru/glossary/agent-ai> (дата обращения: 18.02.2026).

РАЗДЕЛ X. СТРОИТЕЛЬСТВО

Головко Д. В., Козлов Ф. А., Суриков А. Е.
Применение технологий теплой керамики в строительстве

*Иркутский национальный исследовательский
 технический университет
 (Россия, Иркутск)*

Аннотация

В данной статье анализируется использование материала такого как теплая керамика для строительства и прочих работ. Этот материал существенно может помочь понизить теплопотери и эффективно используется за рубежом. Акцентируются достоинства использования теплой керамики, такие как: повышенная энергоэффективность за счет снижения теплопотерь, автоматизированный контроль соответствия нормам теплозащиты, оперативное обнаружение дефектов кладки, улучшенная согласованность конструктивных решений, всестороннее понимание объектов благодаря визуализации теплофизических характеристик и интеграции данных в единую модель.

Abstract

This article analyzes the use of thermal ceramics in construction and other applications. This material can significantly reduce heat loss and is effectively used abroad. The advantages of using thermal ceramics are highlighted, including: increased energy efficiency due to reduced heat loss, automated compliance monitoring for thermal insulation standards, rapid detection of masonry defects, improved consistency of design solutions, and a comprehensive understanding of structures through visualization of thermal properties and data integration into a single model.

Современные строительные материалы и другие высокотехнологичные решения, активно используются для повышения энергоэффективности и долговечности зданий. В России наблюдается рост интереса к новым материалам, что связано с необходимостью модернизации строительной отрасли и переходом на экологически чистые технологии. С точки зрения энергоэффективности интерес вызывает использование при строительстве теплой керамики в силу ее физических свойств (табл. 1).

Таблица 1.

Коэффициент теплопроводности различных строительных материалов [2]

<i>Пример теплопроводности по некоторым видам материалов</i>	
Материал	от 0,15 до 0,32
Теплая керамика	0,16
Блоки газобетонные	0,09-0,15
Полнотельный керамический кирпич	от 0,5 до 0,6
Щелевой керамический кирпич	0,32-0,39
Силикатный кирпич	0,7
<i>Группы изделий по теплотехническим характеристикам</i>	
Группы изделий по теплотехническим характеристикам	Коэффициент теплопроводности кирпичной кладки в сухом состоянии λ , Вт/(м ² С)
Высокой эффективности	До 0,20
Повышенной эффективности	Св. 0,20 до 0,24
Эффективные	Св. 0,24 до 0,36
Условно-эффективные	Св. 0,36 до 0,46
Малоэффективные (обыкновенные)	Св. 0,46

Теплая керамика – это современный, экологичный строительный материал, который обладает высокими теплоизоляционными свойствами благодаря использованию специальных добавок и технологии производства. Она применяется для возведения стен, перегородок и других конструкций, обеспечивая хорошую тепло и звукоизоляцию. [2]

Преимуществами использования теплой керамики являются:

1. Теплая керамика имеет низкую теплопроводность, поэтому помогает заметно сократить расходы на отопление.
2. Производится из природного сырья (глины), что делает материал безопасным для человека.
3. Срок службы тёплой керамики способен достигать до 100 лет, поэтому её можно рассматривать как выгодное вложение.
4. Обладает стойкостью к внешним воздействиям: материал не гниёт и не корродирует, из-за чего здания служат дольше.

Наряду с преимуществами, при использовании теплой керамики можно выделить следующие отрицательные моменты и сложности:

1. Стартовые затраты часто выше, чем при использовании привычных материалов – кирпича или бетона.
2. Для максимального эффекта важно строго соблюдать технологию кладки.

Не смотря на преимущества интерес к теплой керамике в России отстает от зарубежных стран, рынок тёплой керамики еще только формируется, так как многие потребители пока недостаточно знакомы с её преимуществами. Однако в последнее время наблюдается существенный рост интереса к данному материалу. [3]

Для оценки эффективности применения в качестве строительного материала строительной керамики, исходя из текущих рыночных цен, были рассчитаны затраты на строительство небольшого дома (рис1) из тёплой керамики и газобетонных блоков в условиях города Иркутска. Результаты сравнительного расчета приведены в таблице 2.

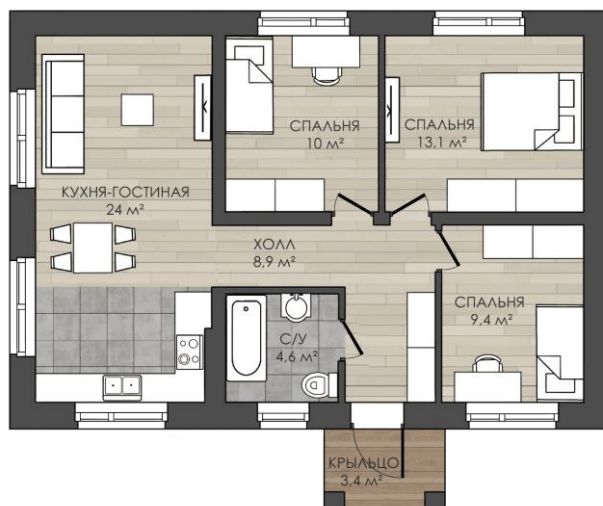


Рисунок 1. Одноэтажный типовой дом [3]

Таблица 2.

Результаты технико-экономического расчета

Фактор стоимости	Керамические блоки Porotherm 38	Газобетонные блоки D500 (375мм)
Цена блоков на 1м ² кладки	1м ² кладки -3200 руб./м ²	1м ² кладки- 2590 руб./м ²
Раствор на 1м ² кладки	кладочный шов 12мм тёплый кладочный раствор 348 руб./м ²	кладочный шов 2мм цементно-песчаный клей 217 руб./ м ²
Анкеры на 1м ² для связи несущей конструкции с облицовочным слоем	анкер 5 шт-46,00 руб./м ²	анкер 5 шт-92 руб./ м ²

Раствор для заполнения пустоты между несущей и лицевой кладкой на 1м ²	готовится на объекте, перлитовый песок цемент, при шве в 10мм - 36 руб./м ²	Не используется
Сетка для экономии кладочного раствора на 1м ²	штукатурная сетка с ячейкой 5x5мм – 48 руб./м ²	Не используется
Материалы для армирования на 1м ² кладки	Базальтопластиковая сетка- 78 руб./м ²	Арматура для порядного армирование-380 руб./ м ²
Работы по кладке 1м ² внешней стены	Стоимость кладки 1м ² -1100 руб./м ²	Стоимость кладки 1м ² -1350 руб./м ²
Дополнительные расходы на фундаментные работы из-за того, что внешняя стена из газобетонного блока на 105 мм шире	Не требуются	Увеличивается толщина ленточного фундамента. Высота с цоколем от земли - 1,9 м Периметр фундамента 42,00 пог.м Дополнительный бетон 0,105 x 1,9 x 42 = 8,4 м ³ Стоимость бетона - 4 200 руб./м ³ Работа - 5 000 руб./м ³ Дополнительно на фундамент 8,4 x (4 200 + 5 000) = 84 640 рублей
Итого	площадь внешних стен без учета проёмов – 74 м ² затраты на материалы и работы 74 x (3200 + 348 + 46 + 36+ 48+ 78 + 1100) = 360 000 рублей	площадь внешних стен без учета проёмов - 74 м ² затраты на материалы и работы 74 x (2590 + 217 + 92+ 380 + 1360) = 350 000рублей доп. на фундамент - 8000рублей
	360 000 рублей	430 000 рублей

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что несмотря на высокую стоимость самой теплой керамики (Porotherm 38) затраты при ее использовании в качестве строительного материала ниже по сравнению газобетонными блоками (D500). Экономия при использовании керамики достигает 70 000 руб. (16%), что обусловлено меньшей трудоемкостью кладки, отсутствием дополнительных фундаментных работ и оптимизацией затрат на вспомогательные материалы. [4]

Использование теплой керамики в России имеет свои уникальные возможности. В то время как за границей этот материал уже стал популярным выбором для строителей и архитекторов благодаря своим преимуществам и инновациям, в России его потенциал только начинает раскрываться. С учетом растущего интереса к экологическим решениям и энергоэффективным технологиям в строительстве можно ожидать дальнейшего роста популярности теплой керамики в стране.

1. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003).
2. ГОСТ 530–2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.
3. СТРОЙКОМПЛЕКТ. Теплая керамика: преимущества и характеристики [Электронный ресурс]. – URL: https://www.strd.ru/info/kirpich/teplaya_keramika/ (дата обращения: 02.02.2026г.).
4. Турченко А.Е. Шелковникова Т.И. Усачев А.М. Технология строительной керамики //Воронежский государственный технический университет. – №2 (93). – 2018.
5. ГОСТ 7076–99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.

РАЗДЕЛ XI. ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

Ду Иань

Развитие и наследование китайских музыкальных инструментов

*Российский государственный педагогический
университет им. А. И. Герцена
(Россия, Санкт-Петербург)*

Научный руководитель: Болотов Ю.В.

Аннотация

Китайские музыкальные инструменты, являясь ключевым носителем китайской цивилизации, прошли тысячелетний путь развития — от системы “восемь звуков” эпохи Цинь до пипы эпохи Суй-Тан, сформировав уникальную художественную систему. Однако современная передача традиций сталкивается с множеством проблем, включая распад традиционных сообществ, снижение интереса молодежи, постепенное исчезновение устных методов обучения и разрыв в преемственности ремесленных технологий. Для решения этих задач в статье предлагается: интегрировать традиционное обучение с современным образованием, расширить каналы распространения через новые медиа и междисциплинарное творчество, а также модернизировать производственные процессы путем внедрения технологий и стандартизации. В конечном счете, необходимо создать комплексный механизм взаимодействия в четырех ключевых областях: “образование — инновации — индустрия — политика”, является ключевым путем для творческой трансформации и инновационного развития китайских музыкальных инструментов.

Ключевые слова: древние китайские музыкальные инструменты, эра новых медиа, разработка музыкальных инструментов, наследование и инновации.

Abstract

Chinese musical instruments, as the core vehicle of China's civilization, have evolved over millennia, from the pre-Qin "Eight Tones" to the pipa of the Sui and Tang dynasties, forming a unique artistic system. However, contemporary inheritance faces multiple challenges, including the dissolution of traditional communities, declining interest among the youth, the decline of oral transmission methods, and the discontinuity of craftsmanship. To address these issues, this paper proposes integrating traditional teaching with modern education, expanding dissemination through new media and cross-disciplinary creations, and innovating production techniques with technology and standardization. Ultimately, establishing a synergistic mechanism encompassing "education-innovation-industry-policy" is the key pathway to achieving the creative transformation and innovative development of Chinese musical instruments.

Keywords: ancient chinese musical instruments, new media era, musical instrument development, inheritance and innovation.

Традиционная китайская инструментальная музыка, являющаяся важным элементом китайской цивилизации, берет свое начало в древности и в результате длительного культурного развития превратилась в самобытную художественную систему. Археологические находки и литературные данные свидетельствуют о том, что еще в эпоху неолита примитивные инструменты, такие как костяные флейты (фото 1) и глиняные сюань (фото 2), использовались в ритуальных церемониях и повседневной жизни. [1, С.143] К династии Чжоу была создана система ритуальной музыки, а бронзовые

инструменты, такие как бяньчжун (Фото 3) и бяньцин (Фото 4), стали символами государственных церемоний. В «Чжоу Ли • Чуньгуань» (книга, посвященная древней китайской политике, экономике, культуре и другим темам.) содержится подробная документация о системе музыкальных чиновников и классификации инструментов. В периоды Весны и Осени и Воюющих царств народная инструментальная музыка пережила беспрецедентный расцвет. В «Стратегии сражающихся царств» описывается столица Ци, где “все жители играли на гусях, били по юй, били по чжу и играли цинь”. Сказка о Бо Я и Цзи Ци, которые узнали души друг друга через музыку, стала вечным образцом для художественного духовного поиска. После развития императорской придворной музыки в династиях Цинь и Хань и музыки Цин Шан в периоды Вэй и Цзинь, искусство игры на пипе достигло своего апогея в династиях Суй и Тан. «Песнь о пипе» (одно стих) Бай Цзюйи мастерски передает ее выразительную силу с помощью ярких образов “И крупный жемчуг, и мелкий на яшмовый поднос упал”. Начиная с династий Сун и Юань, среди населения процветали различные формы, такие как сиюэ - утончённая камерная музыка; сяньсо - музыка струнных инструментов; и шифонь луогу - яркая народная музыка с доминирующей ролью ударных, что способствовало формированию культурной экосистемы, ценимой как изысканными, так и простыми людьми. Это глубокое историческое наследие сделало инструментальную музыку не только основным компонентом ритуально-музыкальной цивилизации Китая, но и носителем эстетического ДНК и культурной памяти нации. Ее тональные системы, техники исполнения и эстетические философии оказали глубокое влияние на музыкальную



фото 1



фото 2



фото 3

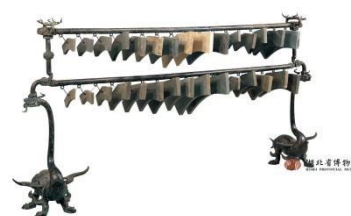


фото 4

Современные социальные преобразования и научно-технологические революции ставят перед традиционным инструментальным наследием двойной вызов. Ускоренная урбанизация привела к фрагментации традиционных сообществ, сократив пространство для исполнения, связанное с региональными народными традициями. Сохранение наследия в живой форме, такие как Цюаньчжоу Наньинь и барабанная музыка Сианя, сейчас сталкиваются с контекстуальной эрозией. На фоне диверсификации культурного потребления внимание молодой аудитории доминируют популярная музыка и цифровые развлечения. Обучение игре на традиционных инструментах, характеризующееся длительными циклами подготовки и сложными техниками, сталкивается с кризисом набора учащихся. Опрос, Китайской консерваторией музыки в 2022 году, показывает, что набор на программы по эрху и гучжэн сократился на 37 % по сравнению с десятилетием назад.[2,С.72] Что касается методов наследия, устное обучение и неформальный подход к обучению с трудом согласуются со стандартизированными требованиями современных

систем образования. Уникальные вокальные техники жуньцян и традиции импровизации в некоторых школах находятся на грани исчезновения. Например, импровизационное исполнение «ты усложняешь, я упрощаю; ты поднимаешься, я опускаюсь» в музыке Цзяннань сычжун не имеет преемников. Хотя технологические достижения открывают возможности для цифрового сохранения и распространения через новые медиа, алгоритмические системы рекомендаций усугубляют фрагментацию культурного потребления. Фрагментированное распространение инструментальных исполнений на платформах коротких видео рискует размыть художественную целостность. В области выделок инструментов, хотя массовое машинное производство повышает эффективность, ключевые технологические процессы, такие как система создания внутренней полости («Цзаофу») и обработка кожи/мембраны, сталкиваются с межпоколенческим разрывом в передаче мастерства, что напрямую ухудшает характерные тональные качества инструментов. На этом фоне систематическое исследование моделей передачи инструментального наследия является крайне важным: теоретически оно требует построения диалектической структуры, соединяющей традицию и современность; практически оно требует поиска путей для инноваций в образовании и коммуникативных преобразований. Это имеет стратегическое значение для сохранения культурных генов, укрепления культурного агентства и продвижения современной трансформации традиционных искусств.

В данной статье рассматриваются передача и развитие китайских музыкальных инструментов, исследуется их состояние на сегодняшний день и будущие траектории развития в современном обществе. В ней раскрываются проблемы, с которыми сталкиваются традиционные инструменты в области методов передачи, культурной идентичности и рыночной среды. На основе исторического обзора и анализа текущей ситуации предлагаются стратегии устойчивой передачи.

Китайская инструментальная музыка, как основной компонент традиционной китайской музыки, обозначает музыкальные формы, в которых звук создается исклИстоки китайской инструментальной музыки инструментами и техник исполнения. В ходе исторического развития китайская инструментальная музыка сформировала две основные системы классификации: традиционную классификацию «Восемь звуков» и современную функциональную классификацию. Классификация «Восьми звуков», установленная в период Западной Чжоу, классифицировала инструменты по материалам изготовления на восемь классов: металл, камень, земля, кожа, шелк, дерево, тыква и бамбук. Среди них бяньчжун представляли собой вершину металлических инструментов, а ансамбль бяньчжуна, найденный в гробнице маркиза И Цзэн, ещё раз подтверждает великолепие ритуально-музыкальной цивилизации до династии Цинь. В период династии Тан широкое распространение иностранных музыкальных инструментов привело к адаптации классификация «Восьми звуков», например, замена «камень, земля, дерево» на «ракушка, слоновая кость, рог». Современная наука в основном использует классификацию Хорнбостеля-Сакса, которая делит инструменты на пять акустических принципов: идиофоны, хордофоны, аэрофоны, мембранофоны и электрофоны, что отражает тенденцию к научным исследованиям.

Представительные инструменты воплощают в себе отличительные художественные качества и культурную ДНК.[3,С.73] Возникший на территории Цинь в период Воюющих царств, гучжэн с двадцатью одной струной дает звуковой спектр, характеризующийся глубоким басом, мягким средним диапазоном и кристально чистыми высокими частотами. Такие приемы, как тремоло и глиссандо, придают ему особую способность выражать лирические произведения, такие как «Вечерняя песня на рыбацкой лодке», отражая конфуцианские идеалы «гармоничной красоты». Под влиянием оперной музыки династии Мин эрху стал доминирующим смычковым струнным инструментом. Благодаря техникам вибрато и тремоло он достигает художественной цели «передачи эмоций через звук». Проникновенная мелодия «Лунное отражение в фонтане эрцюань»

глубоко отражает народное эмоциональное выражение. Пипа была основным инструментом в императорских придворных ансамблях со времен династий Суй и Тан. Поэтическое описание Бай Цзюйи “И крупный жемчуг, и мелкий на яшмовый поднос упал.” ярко передает ее звуковые характеристики. Техники перебирания пальцами и брэнчания придают таким произведениям, как «Засада с десяти сторон», повествовательное напряжение и драматический конфликт. Легенда о «музыкальном состязании» между Танским Куньлуном и Дуань Шаньбеном особенно ярко подчеркивает преемственность их исполнительского мастерства. Исторически система ритуальной музыки до династии Цинь установила структуру «Восьми тонов». С династий Цинь и Хань до династий Суй и Тан иностранные инструменты, такие как пипа, были ассимилированы в разнообразный музыкальный форма. В периоды Сун, Юань, Мин и Цин такие инструменты, как суона, процветали в народных традициях. Современные инновации включают электрические адаптации и цифровое распространение, примером чего является проект “Цитяньюэ” Китайского национального этнического оркестра (программа, которая через соединение исторических личностей и национальных музыкальных инструментов раскрывает историю развития китайской музыки), который осуществляет современную интерпретацию традиционной инструментальной музыки.

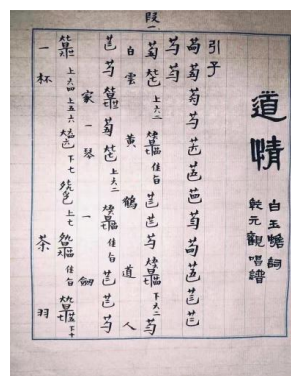
В настоящее время ситуация с сохранением и передачей китайской инструментальной музыки представляет собой сложную картину, где традиции переплетаются с современностью, а сохранение идет рука об руку с инновациями. Это находит конкретное выражение в трех ключевых аспектах: методы обучение, стратегии популяризации и технологии изготовления инструментов.

1. Сохранение и преобразование традиционных методов обучения

Основу традиционного обучения игре на музыкальных инструментах составляют принципы “устной передачи и внутреннего постижения” и “школьной преемственности”. Эта модель делает акцент на личном демонстративном мастерстве учителя и воспитании характера ученика. Посредством подражания, постижения и многократных повторений ученик не только осваивает исполнительскую технику, но и перенимает художественный дух произведений, стиль и даже артистические качества учителя. Например, Дапу – Творческая деятельность по восстановлению полной мелодии циня из вэньцзыпу (ноты, какие фиксирующей только позиции пальцев и струн без указания ритма) для цитры гуцинь (Фото 5) или преемственность школ таких инструментов, как эрху и пипа (например, школа эрху Лю Тяньхуа, школа пипа Пудун), всецело зависят от этой тесной связи «учитель-ученик». Такой способ позволяет глубоко передавать культурное содержание и сущность музыки и является основой сохранения аутентичности искусства игры на инструментах.



фото 5



вэньцзыпу

Однако в современную эпоху чистая “устная передача” выявила свои ограничения: малый масштаб преемственности, относительно низкая эффективность, а также чрезмерная зависимость от жизни и состояния отдельного носителя традиции, что может привести к утрате знания с уходом конкретного человека. Для адаптации к современной

образовательной системе профессиональные музыкальные учебные заведения стали главной опорой в передаче традиций. Институциональное образование систематизировало и стандартизировало традиционное обучение, объединив его с курсами по музыкальной теории, сольфеджио, истории музыки, что позволило подготовить множество виртуозных исполнителей. Однако институциональное образование в определенной степени может также приводить к унификации стилей и ослаблению чувства “художественного обаяния” музыки.

Таким образом, идеальной моделью преподавания на сегодняшний день является синтез традиционного и современного подходов. Многие опытные исполнители преподают как в учебных заведениях, так и берут персональных учеников по традиционной системе. Различные мастер-классы и творческие мастерские служат эффективным дополнением, позволяя и любителям получать уроки от выдающихся мастеров. Такой подход обеспечивает как широту, так и глубину передачи традиции.

2. Многообразие современных стратегий популяризации

В эпоху информационного взрыва необходима активная популяризация. Сохранение китайской инструментальной музыки должно опираться на современные медиа и новаторские концепции, чтобы выйти навстречу публике.

Первый, Широкое использование новых медиаплатформ. Короткие видео, прямые трансляции, социальные сети стали важными каналами популяризации. Молодые исполнители, такие как “Zi De Guqin studio”(один китайский ансамбль), используя платформы как YouTube и Bilibili, с помощью инновационных аранжировок, эстетичных визуальных образов (например, исполнение в древних костюмах) и высококачественного аудиовизуального производства, успешно привлекли множество молодых поклонников, вдохнув новую жизнь в такие древние инструменты, как гуцин, пипа, жуань и другие. Это «прорывное» распространение значительно стимулировало интерес широкой публики, особенно молодежи, к традиционным инструментам.

Второй, Кросс-жанровые эксперименты и новаторские интерпретации. Сочетание китайских инструментов с поп-музыкой, роком, электронной музыкой и даже западной классикой для создания произведений, соответствующих современным эстетическим запросам, является эффективным путем привлечения молодой аудитории. Например, композиторы, такие как Тань Дунь, интегрируют китайские инструменты в крупные симфонические произведения, а сотрудничество У Мань с музыкантами со всего мира открывает для китайской инструментальной музыки международные горизонты. Кроме того, активное использование инструментальной музыки в саундтреках к фильмам и видеороликам (например, сочетание виолончели Йо-Йо Ма с китайской эстетикой в «Крадущемся тигре, затаившемся драконе»(фильм) или аранжировки с национальными инструментами в «Honor of Kings»(игра)) также способствует ее незаметному проникновению в массовую культурную жизнь.

Третий, Развитие общественного образования и культурных мероприятий. Курсы игры на инструментах, предлагаемые в дворцах детского творчества, частных музыкальных студиях, общественных культурных центров, снижают порог вхождения. Мероприятия, организуемые правительственными и культурными учреждениями, такие как «нематериальное культурное наследие в школах», фестивали национальной музыки, конкурсы исполнителей, предоставляют публике платформу для восхищения и участия, создавая благоприятную социокультурную атмосферу.

3. Сохранение ремесла изготовления инструментов и роль технологий

Материальный носитель — инструмент — является основой художественного выражения. Технология изготовления традиционных китайских музыкальных инструментов отличается высокой точностью и мастерством. Например, антикварные эрху из Сучжоу, пипа из Пекина, панели из Сычуаньского тугового дерева для гуцин и чжэна из Ланькао — все они воплощают мудрость и опыт мастеров прошлых поколений и сами по себе являются ценным нематериальным культурным наследием.

В настоящее время отрасль изготовления инструментов сталкивается с кризисом “у ремесленника нет наследников”. Мастера, владеющие ключевыми технологиями, стареют, а среди молодого поколения все меньше желающих посвятить себя этому трудоемкому ремеслу, требующему долгого накопления опыта. Кроме того, нехватка качественного сырья (например, кожи питона, красного сандала, Сычуаньское тунговое дерево) сдерживает производство инструментов высокого класса.

Сталкиваясь с вызовами, отрасль активно ищет пути решения. С одной стороны, это сохранение и документирование традиционных методов. Путем определения преемников “нематериального культурного наследия”, создания мастерских, всесторонней цифровой записи процессов и секретов изготовления обеспечивается сохранность ключевых технологий. С другой стороны, это внедрение современных технологий и стандартизированного производства. Использование научных методов, таких как акустический анализ и материаловедение, для изучения принципов звукоизвлечения и оптимизации параметров производства позволило повысить стабильность и единообразие инструментов среднего и низшего ценового сегмента, удовлетворив огромный спрос со стороны общего образования. Например, в производстве эрху усовершенствование технологии обработки кожи инструмента не только улучшило стабильность тембра, но и позволило исследовать экологически чистые альтернативные материалы в ответ на ограничения Конвенции о защите дикой природы. Такая модель, сочетающая «штучное изготовление на заказ» и «научное количественное производство», является практическим выбором для современной индустрии изготовления инструментов, позволяющим адаптироваться к рыночному спросу.

Проведенный системный анализ современного состояния преемственности китайской инструментальной музыки выявляет характерную двойственность в её современном развитии. На отраслевом уровне объем производства китайских музыкальных инструментов в 2023 году превысил 10 миллиардов юаней; такие бренды, как “Zhujiang” и “Dunhuang”, сформировали полные производственно-сбытовые цепочки, постоянно появляются продукты, сочетающие традиции и технологии, такие как умные гуцинь и электронные эрху. В сфере культурного распространения национальная инструментальная музыка демонстрирует восточную эстетику на международных сценах, включая Золотой зал Музикферайна в Вене, и постепенно проникает в систему общего образования в Китае. Однако глубинные структурные проблемы остаются острыми: традиционное ремесло ручного изготовления инструментов сталкивается с риском утраты преемственности — по всей стране осталось менее ста мастеров, полностью владеющих сложными технологиями; в образовательной системе существуют структурные недостатки — преподавание национальной инструментальной музыки занимает невысокую долю в учебных планах по музыке в начальных и средних школах, что ведет к слабой культурной идентичности среди молодежи; рыночная экология испытывает влияние коммерциализации — чрезмерная развлекательная направленность выступлений размывает художественную глубину. Эти трудности отражают фундаментальное противоречие трансформации традиционной культуры в условиях модернизации: как балансировать между сохранением аутентичности и инновационным развитием [4,С18-19].

Пути решения требуют создания многомерного механизма координации. Реформирование образовательной системы должно включать создание многоуровневых стандартов обучения, подготовку педагогических кадров через взаимодействие «профессиональных учебных заведений и местных школ», введение в рамках общего образования факультативных курсов по игре на инструментах в сочетании с практическими платформами, такими как community музыкальные фестивали. На уровне технологических инноваций следует применять 3D-печать для воссоздания утраченных компонентов инструментов, разрабатывать системы генерации мелодий на основе ИИ для помощи в аранжировке традиционных произведений, использовать технологию блокчейн

для подтверждения авторских прав на произведения нематериального культурного наследия. Культурное распространение должно выйти за рамки единообразных моделей, поощряя кросс-жанровое творчество, такое как движение «Новая народная музыка», используя платформ с короткими видео для распространения, разрабатывая продукты с захватывающим-эффектом VR/AR [5,С88]. Система политической поддержки требует совершенствования: предлагается создание специального фонда развития, установление национальных стандартов на технологические изготовления национальных инструментов, предоставление налоговых льгот предприятиям — экспортерам культурной продукции. Что касается координации усилий общественных сил, можно создавать корпоративные благотворительные фонды для поддержки образования на местах, формировать транснациональные культурные альянсы в рамках инициативы “Пояс и путь”, в конечном итоге сформировав устойчивую экосистему, объединяющую в единое целое “образование — инновации — отрасль — политику”.

В заключение, преемственность китайской инструментальной музыки переживает ключевой период, связывающий прошлое с будущим. Это уже не замкнутый, односторонний процесс наследования, а открытая, многомерная динамическая система. В преподавании мы видим взаимодополняемость академической системы и традиции “устной передачи и внутреннего постижения”; в популяризации мы наблюдаем резонанс традиционного художественного обаяния и современной выразительности; в ремесле мы переживаем слияние мастерства ручной работы и технологической мудрости. Будущий путь преемственности по-прежнему требует совместных усилий правительства, научных кругов, отрасли и общества, которые, придерживаясь принципа сохранения культурных корней, с более открытой, уверенной и новаторской позицией позволят реализовать подлинное творческое преобразование и инновационное развитие.

1. Е Цзянчжао. Наследование и развитие китайских инструментов типа чжэн с современной точки зрения//Выставка национальностей Китая.06(2025):143-145.
2. Ли Цян. Китайские народные музыкальные инструменты: синтез и развитие национальной культуры и музыки//Арт Панорама.30(2024):71-73.
3. Ли Ли. Исследование наследования и развития музыкальных инструментов этнических меньшинств на юго-западе Китая//Театр Драмы.25(2024):72-74.
4. Ян Цзысинь. Исследование наследия и развития национальной музыкальной культуры в новую эпоху на примере пипы//Голос Желтой реки.02(2024):16-19.
5. Ли Найвэй. Введение и исследование ударных инструментов, а также наследование и развитие ударных инструментов в моей стране//Театр Драмы.01(2024):86-88.

Линь Тяньи**Смещение импрессионистических черт и элементов национальной музыки в произведении Тань Дуна «Воспоминания о восьми акварелях»**

*Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
(Россия, Санкт-Петербург)*

Научный руководитель: Александрова Е.А.

Аннотация

«Воспоминания о восьми акварелях» — одно из наиболее характерных произведений Тань Дуна, музыкальная композиция, основанная на образе его родного города. Эта фортепианная сюита черпает вдохновение в «акварелях», используя образы живописи для изображения родного города композитора в музыке. Это произведение обладает ярко выраженными национальными музыкальными особенностями, продвигает китайскую фортепианную национальную музыкальную культуру с совершенно новой творческой точки зрения и выражает тоску композитора по родному городу.

Ключевые слова: «Воспоминания о восьми акварелях», Тань Дун, импрессионизм, живопись, этническая музыка.

Abstract

"Eight Watercolor Memories" is one of Tan Dun's most representative works, a musical composition based on his hometown. This piano suite draws inspiration from "watercolor," using the musical imagery of painting to express his homesickness. Characterized by its folk music style, this work promotes Chinese folk piano music culture from a fresh creative perspective, showcasing the composer's deep longing for his hometown.

Keywords: "Memories in Eight Watercolor Paintings", Tan Dun, impressionism, painting, folk music.

Тань Дун родился в 1957 году в Чанша, Хунань. Можно сказать, что он вырос в деревне, но также выступал с труппой пекинской оперы. Такой опыт жизни в деревне и в театре, возможно, и стал ключом к открытию творческого вдохновения Тань Дуна на создание музыки в китайском стиле. [1] Поэтому Тань Дун находился под глубоким влиянием хунаньской народной музыки и народной культуры, и это чувство привязанности к родному городу стало основой его музыкального творчества. Произведение «Воспоминания о восьми акварелях», созданное в 1978 году, является типичным фортепианным произведением этого периода. Оно выполнено в импрессионистском фортепианном стиле и представляет собой попытку интегрировать импрессионистские приемы с народной музыкой.

Для импрессионистской музыки характерны цветовая гармония, тонкие вариации тембра и создание туманной атмосферы. Она фокусируется на передаче мимолетных слуховых ощущений и музыкальном воплощении образов природы, а также на деликатном изображении света, тени и атмосферы. Например, в восточной музыке широкое использование пентатонической гаммы наполняет музыкальные произведения простой, но выразительной красотой. Эта структура гаммы, сокращая количество нот, делает мелодическую линию более ясной и плавной, а также подчеркивает гармонию и баланс в музыке. Эта стилистическая особенность не только отражает эстетические предпочтения восточной культуры, но и делает восточную музыку уникальной в мировом масштабе. Напротив, сложное использование хроматических гамм в западной музыке приводит к богатым гармоническим вариациям и мелодическому развитию. Тонкая структура хроматических гамм позволяет музыкантам использовать больше тонального материала в своих композициях, что приводит к более сложным гармоническим эффектам

и мелодическим линиям. Использование гамм не только увеличивает сложность и многослойность музыки, но и привносит в западную музыку уникальную динамику и выразительность. Это стилистическое различие приводит к тому, что западная музыка демонстрирует отличительные характеристики в использовании гамм по сравнению с восточной музыкой.[2]

«Воспоминания о восьми акварелях» впитывает музыкальные особенности западного импрессионизма, отказывается от стереотипных оков традиционной функции и звука, сосредотачивается на цвете и звуке как на основе выражения, уделяет внимание созданию туманной и ловкой звуковой атмосферы с помощью параллельных аккордов, суперпозиции четвёртой и пятой степени и других техник, а также стремится к музыкальному захвату естественных образов и мгновенных эмоций. Тан Дун заимствовал тонкие техники контроля тембра импрессионизма и использовал национальную народную музыку, чтобы придать звучанию фортепиано богатые многослойные изменения, создавая уникальный стиль, сочетающий импрессионистскую цветовую текстуру и китайское местное наследие.

В основе этого произведения лежат элементы народной музыки, а эмоциональным носителем служат воспоминания детства, впитывающие творческую сущность импрессионистской музыки. Это соответствует художественной концепции «акварель» в данном произведении. Звучание произведения передаёт ощущение цвета, подобно акварельной живописи с богатыми цветовыми вариациями, а тембр мягкий, создающий ощущение пространства и трёхмерности.

«Воспоминания о восьми акварелях» состоит из восьми фортепианных пьес: «Осенняя луна» (《秋月》), «Интересно» (《逗》), «Горной песни» (《山歌》), «Слушай, как мама рассказывает истории» (《听妈妈的故事》), «Дикое поле» (《荒野》), «Древнее погребальное жертвоприношение» (《古祭》), «Облака» (《云》), «радость» (《欢》).

В произведении «Осенняя луна» используется традиционная китайская пентатоническая гамма, а мелодия, благодаря линейному пошаговому движению и небольшим скачкам, имитирует чистый тембр народных щипковых инструментов из провинций Хунань и Хубэй, создавая звуковую форму, подобную струящемуся лунному свету, и усиливая неземную атмосферу всего произведения. Начало трека начинается сдалека и приближается, а конец отдаляется, плавно уходя вдаль, создавая гармонию между началом и концом. Во время игры нужно удерживать педаль дольше, следуя фразам, не меняя ее часто, чтобы обеспечить представление картины, создаваемой музыкой. [3] Мелодии в основном состоят из шести последовательных нот, с добавлением большого количества орнаментов. Этот композиционный приём воплощает спокойствие лунной ночи и сдержанное поэтическое чувство тоски по дому, создавая звуковой эффект, подобный живописи тушью с туманными и мягкими гармоничными цветами. В произведениях «Интересно» и «радость» большинство из них — повторяющиеся и короткие мотивы, вариации и модульные техники развития, подчёркивающие пение мелодии и прыжки ритма, делая музыку наполненной детским весельем, При игре клавиши должны быть лёгкими и короткими. Ритм является ключевым выразительным элементом произведения, в котором используются многочисленные стаккато, паузы и живые сочетания восьмых нот. «Интересно» имитирует динамичные изображения, как играют и гоняются дети, при использовании педали нужно применять полупедальный метод, чтобы сделать акцент более четким и эффективно продемонстрировать хороший ритм. [4] Композиция «радость» передает оживленную атмосферу народных праздников, отличаясь отчетливым ритмом и энергией, пронизывающими все произведение. Музыкальная структура «Горной песни» представляет собой одночастную форму, а ее творческое вдохновение исходит из местной характерной горной песенной культуры - Хунаньские горные напевы (в традициях древнего царства Чу). В основе этого

музыкального произведения лежит ритм народной песни, а благодаря простой текстурной структуре оно создает обширный и беззаботный звуковой образ сельской местности. Это также одно из произведений сюиты с наиболее выраженными элементами народной музыки. В нем используется ритмический рисунок, чередующийся между свободным темпом и регулярными долями. Мелодические линии открыты и масштабны, а волнообразный диапазон нот соответствует естественному певучему звучанию народных песен, восстанавливая простоту и мелодичность сельских народных песен. «Слушай, как мама рассказывает истории» это полифоническая работа, которая конкретизирует в звуковой картине чистоту детства, тепло родственных чувств и отдаленность воспоминаний через теплоту мелодии и плавное построение фактуры. Композиция в основном основана на успокаивающей и продолжительной линейной мелодии с шестнадцатыми нотами в средней части, за которой следует повторение темы и мягкое завершение. Композитор наделил мелодию теплым, нежным и успокаивающим звучанием, точно передав тепло семейной привязанности и далекие воспоминания детства. Она сохраняет простую теплоту народной музыки, одновременно используя минималистские современные композиционные приемы, что делает ее музыкальной интерпретацией Тан Дуна его детских воспоминаний о семейной любви. «Дикое поле» и «Древнее погребальное жертвоприношение», были созданы автором в его родном городе. Он черпал вдохновение из свадебных и похоронных обычаев, которые он пережил в детстве. Общий тон композиций смягчает спокойную и нежную атмосферу, вызывая у слушателя чувство умиротворения и покоя. [3] Мелодия «Дикое поле» резко скачет, текстура постепенно становится толще, а интенсивность постепенно растёт от слабой к слабой, вызывая эмоциональные взлёты и падения, наполненную великолепным импульсом. «Древнее погребальное жертвоприношение» основана на народной традиционной похоронной ритуальной музыке как источнике творения, мелодическая линия торжественна и длинна, содержит больше акцентов, а мелодия музыки поочерёдно звучит в высоких и низких голосах, формируя эхо звуковой структуры вверх и вниз, передавая торжественность и превратности древних ритуалов. «Облака» отличается более декоративными звуками и вибрато, а также использует изображение плавающих облаков в сельской местности как творческий образ, создавая лёгкую, элегантно и изменчивую слуховую художественную концепцию, соответствующую художественным особенностям “ виртуального и реального ” в акварели. Композиция мелодии строится на коротких мелодических фрагментах, сочетающих подвижные арпеджио с разрозненными мелодическими элементами для усиления текучести мелодии. Она имитирует динамичное движение плывущих облаков, воплощая эфемерную и постоянно меняющуюся природу облаков в звуковых образах, тем самым продолжая характерные черты импрессионистской музыки.

Сочетание традиционной китайской культуры в национальных произведениях для фортепиано не только является художественным новаторством, но и представляет собой передачу и развитие культуры. В этом процессе фортепианное искусство приобретает беспрецедентную многообразность. Фортепиано, символ западной классической музыки, через слияние с традиционной китайской культурой демонстрирует совершенно новый художественный шарм. [5] Тан Дун интегрирует особенности китайской народной музыки с западной музыкальной культурой, сочетает местные народные песни и использует различные исполнительские техники для создания искусства. Работа сохраняет протяжную текстуру линейных мелодий национальной музыки и простую душевность, реализует местную трансформацию импрессионистских музыкальных техник, делая произведение одновременно обладающим эстетической напряженностью современной западной музыки и содержащим духовный смысл традиционной китайской культуры, предоставляя ценное наследие для китайской фортепианной музыки.

1. 朱思琳 . 浅论谭盾钢琴曲《八幅水彩画的回忆》技法演奏及民间曲调的融合 [J]. 黄河之歌 ,2022,(19):50-52.2022.19.047. (Чжу Силинь. Краткое обсуждение техники и интеграции народных мелодий в фортепианную пьесу Тан Дуня «Воспоминания о восьми акварельных картинах»[J].Песнь Жёлтой реки.–2002.–Вып. 19. – С. 59-62.)
2. 贾俊 . 民族音乐学视角下的音阶理论研究 [J]. 黄河之歌 ,2024, (06):4-7. (Цзя Цзюнь. Исследование теории гамм с точки зрения этномузыкологии [J]. Песня Жёлтой реки.–2024.–Вып.6. – С. 4-7.)
3. 赖薇茹 . 谭盾《八幅水彩画的回忆》作品及演奏分析 [J]. 现代音乐 ,2019,(12):97-100. 第 98 页 (Лай Вэйру. Анализ произведения Тан Дуна «Воспоминания о восьми акварельных картинах» и его исполнения [J]. Современная музыка.–2019.–Вып.12. – С. 97-100.)
4. 吴梓汇 . 谭盾《八幅水彩画的回忆》的浓浓乡情——《秋月》《逗》《云》《欢》 [J]. 当代音乐 ,2020(02): 152-153. (У Цзихуэй. Глубокая тоска по дому в «Воспоминаниях о восьми акварельных картинах» Тан Дуня — «Осенняя луна», «Дразнящие», «Облака» и «Радость» [J]. Современная музыка.–2020.–Вып.02. – С.152-153.)
5. 蒋小曦 . 中国传统文化在民族化钢琴音乐作品中的融合研究 [J]. 黄河之歌 ,2024,(10):12-15. (Цзян Сяоси. Исследование интеграции традиционной китайской культуры в национальные произведения фортепианной музыки [J]. Песня Жёлтой реки.–2024.–Вып.10. – С.12-15.)

РАЗДЕЛ XII. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Камалутдинова А.Р., Гусев П.М.

Спорт для сов и жаворонков - эффективное время тренировок с точки зрения циркадных ритмов

*Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, Казань)*

Аннотация

В данной статье рассматривается влияние циркадных ритмов на эффективность тренировочной деятельности у различных хронотипов - сов и жаворонков. Анализируются биологические основы циркадных ритмов, их роль в регуляции физиологических процессов, а также их влияние на спортивную производительность. Особое внимание уделяется оптимизации времени тренировок для сов и жаворонков, что позволяет повысить эффективность тренировочного процесса, снизить риск травм и ускорить восстановление.

Ключевые слова: циркадные ритмы, хронотип, сова, жаворонок, спорт, тренировки, эффективность, биоритмы, физиология, спортивная подготовка, персонализация.

Abstract

This article examines the effect of circadian rhythms on the effectiveness of training activities in various chronotypes - owls and larks. The biological basis of circadian rhythms, their role in the regulation of physiological processes, as well as their impact on athletic performance are analyzed. Special attention is paid to optimizing the training time for owls and larks, which makes it possible to increase the effectiveness of the training process, reduce the risk of injury and accelerate recovery.

Keywords: circadian rhythms, chronotype, owl, lark, sports, training, efficiency, biorhythms, physiology, athletic training, personalization.

Современная спортивная наука все больше обращает внимание на индивидуальные особенности спортсменов, в том числе на их биоритмы и хронотипы. Одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность тренировочного процесса, является циркадная система - внутренние биологические часы, регулирующие суточные колебания физиологических функций. Циркадные ритмы определяют оптимальные периоды активности, отдыха, метаболизма и гормональной регуляции, что напрямую сказывается на спортивной производительности и восстановлении после нагрузок [1, С. - 86].

В рамках данной статьи подробно рассматривается влияние циркадных ритмов на тренировочную деятельность у представителей двух основных хронотипов - сов и жаворонков. Совиный хронотип, или "совы", характеризуется более поздним временем начала активности, высоким уровнем бодрости вечером и ночью. В то время как жаворонки, или "жаворонки", проявляют повышенную активность в утренние часы, предпочитая ранний подъем и завершение дневной деятельности к вечеру. Эти различия обусловлены генетическими, гормональными и нейрофизиологическими факторами, влияющими на функционирование внутреннего биологического часовника.

Исследования показывают, что эффективность физических нагрузок тесно связана с фазами циркадных ритмов. Например, у жаворонков оптимальное время для тренировок

- утро и раннее утро, когда уровень кортизола и тестостерона достигает своего пика, а температура тела и мышечная эластичность находятся на высоком уровне [2, С. - 200]. Это способствует повышенной силе, выносливости и скорости реакции. У сов же наилучшее время для занятий - поздний вечер или ночные часы, когда их физиологические показатели достигают оптимальных значений для тренировок с высокой интенсивностью.

Практические рекомендации по организации тренировочного процесса основаны на знаниях о циркадных ритмах. Для жаворонков рекомендуется планировать основные тренировки на первую половину дня, когда их физиологические ресурсы максимально активны. Это позволяет снизить риск травм, повысить эффективность и ускорить адаптацию к тренировкам. В то же время, совам целесообразно переносить интенсивные занятия на вторую половину дня или вечер, учитывая их физиологическую предрасположенность к активности в этот период. Такой подход способствует более гармоничной регуляции метаболизма, гормональных уровней и нервной системы, что в конечном итоге повышает спортивные результаты и способствует более быстрому восстановлению.

Современные исследования также подчеркивают важность учета индивидуальных особенностей при планировании тренировочного режима. Важным аспектом является мониторинг биологических ритмов и адаптация расписания тренировок в соответствии с ними. Например, использование биологических маркеров, таких как уровень кортизола, температура тела или качество сна, позволяет определить оптимальные временные окна для физических нагрузок для каждого спортсмена. Такой персонализированный подход способствует не только повышению спортивных результатов, но и снижению риска переутомления, травм и стрессовых состояний.

Кроме того, актуальной областью является внедрение технологий и приложений, позволяющих отслеживать циркадные ритмы и планировать тренировки с учетом индивидуальных особенностей. Использование носимых устройств, анализ данных о сне, активности и гормональных уровнях позволяет более точно определять оптимальные периоды для тренировок, что особенно важно для профессиональных спортсменов, тренирующихся в условиях жесткого графика и высокого уровня нагрузки.

В заключение, можно подчеркнуть, что учет циркадных ритмов и индивидуальных хронотипов является важным аспектом современного спортивного тренинга. Оптимизация времени тренировок с учетом биоритмов способствует повышению эффективности занятий, улучшению результатов и укреплению общего здоровья спортсменов [3, С. - 33]. Персонализированный подход, основанный на знаниях о циркадных ритмах, позволяет не только достигать спортивных целей, но и снижать риски переутомления и травм, что особенно важно в условиях профессиональной и любительской спортивной деятельности.

Таким образом, интеграция знаний о циркадных ритмах в планирование тренировочного процесса представляет собой перспективное направление развития спортивной науки и практики, способствующее более эффективной и безопасной подготовке спортсменов различных уровней. В будущем ожидается расширение исследований в области биоритмологии и разработка новых методик, позволяющих максимально точно учитывать индивидуальные особенности биологических часов при организации тренировочного режима.

1. Власенко, А. А. Влияние циркадных ритмов на работу персонала / А. А. Власенко // Дни студенческой науки : Материалы XLVIII студенческой научно-практической конференции. В двух

- частях, Гомель, 14–15 мая 2019 года. – Гомель: Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, 2019. – С. 86.
2. Воробьева, М. В. Физическая культура и сон: циркадные ритмы и спортивные результаты у ночных сов и жаворонков / М. В. Воробьева // Педагогика, психология, общество: от теории к практике : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 20 ноября 2025 года. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2025. – С. 199-201.
 3. Бумарсков, П. А. Ключевые аспекты проектирования спортивных залов в высотных зданиях с целью популяризации здорового образа жизни студенческой молодежи / П. А. Бумарсков // Проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях : Сборник докладов XVIII международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Москва, 05–06 июня 2025 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2025. – С. 29-35.

Кириягин И.Р.

Утренняя зарядка: 10 минут физической активности как альтернатива кофе для повышения работоспособности

*Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, Казань)*

Научный руководитель: Киржацких Е.Р.

Аннотация

Каждое утро одно и то же: глаза открываются, а тело требует ещё пять минуток. Рука тянется к телефону, потом к кофе, и только после второй чашки мир обретает краски. Но что, если я скажу, что есть способ проснуться быстрее и без кофеиновых качелей? Десять минут простой зарядки - и организм включится сам, без допинга.

Ключевые слова: утренняя зарядка, дисциплина, физическая активность, самочувствие, бодрость, здоровье, утренняя бодрость, полезная привычка.

Abstract

Every morning, it's the same: my eyes open, but my body still needs five more minutes. My hand reaches for my phone, then for my coffee, and it's only after my second cup that the world starts to take shape. But what if I told you that there's a way to wake up faster without relying on caffeine? With just ten minutes of simple exercise, your body will start functioning on its own, without any additional stimulation.

Keywords: morning exercises, discipline, physical activity, well-being, energy, health, morning energy, and a healthy habit.

Утро большинства людей начинается одинаково: сигнал будильника, несколько минут «раскачки» и мысль о чашке кофе, которая должна вернуть ясность сознания и бодрость. Кофеин прочно занял позицию главного утреннего стимулятора, однако существует более физиологичная и не менее эффективная альтернатива - короткая утренняя гимнастика. Десять минут простых физических упражнений способны не только заменить действие кофеина, но и обеспечить устойчивый прилив энергии без последующего спада.

Чтобы понять, почему зарядка эффективнее кофе, необходимо разобраться в механизме действия последнего. Кофеин работает как блокатор аденозиновых рецепторов. Аденозин - это нейромедиатор, который накапливается в мозге в течение периода бодрствования и сигнализирует о наступлении утомления. Кофеин временно подавляет чувствительность к этому сигналу, создавая иллюзию бодрости. При этом реальное утомление никуда не исчезает. Когда действие кофеина заканчивается, уровень аденозина, накопившегося за это время, дает эффект отдачи - человек испытывает резкий упадок сил, который часто требует новой дозы стимулятора. Таким образом, кофеин работает как «кредит», который впоследствии приходится возвращать с процентами.

Физическая активность по утрам действует принципиально иначе. Во время выполнения упражнений запускается комплекс физиологических процессов, направленных на естественное пробуждение организма. В первую очередь, усиливается кровообращение. Ночью кровотоки замедляются, сосуды находятся в суженном состоянии, внутренние органы функционируют в «энергосберегающем» режиме. Умеренная нагрузка постепенно повышает тонус сосудов, ускоряет циркуляцию крови, благодаря чему мозг быстрее насыщается кислородом и питательными веществами. Это ведет к улучшению когнитивных функций - ясности мышления, концентрации внимания и скорости реакции.

Второй важный фактор - активизация лимфатической системы. В отличие от кровеносной системы, лимфатическая не имеет собственного «насоса» - сердца.

Движение лимфы обеспечивается исключительно сокращениями скелетных мышц. Утренняя гиподинамия (недостаток движения) приводит к застою лимфы, что проявляется отечностью лица и конечностей, чувством «разбитости» и вялости. Короткая разминка заставляет мышцы сокращаться, разгоняя лимфу и выводя из тканей продукты метаболизма, накопившиеся за ночь. Отеки спадают быстрее, чем после умывания холодной водой.

Третий механизм связан с эндокринной системой. Умеренная физическая нагрузка стимулирует выработку кортизола и адреналина в физиологических дозах. Эти гормоны отвечают за тонус, готовность к действию и мобилизацию ресурсов организма. Одновременно начинают выделяться эндорфины - «гормоны радости», которые улучшают эмоциональный фон и снижают тревожность. В результате человек просыпается не под действием внешнего химического раздражителя, а за счет активации собственных систем организма. Энергия после зарядки нарастает плавно и сохраняется на стабильном уровне в течение нескольких часов, в отличие от резкого подъема и последующего спада, характерного для кофеина.

Важно подчеркнуть, что не всякая утренняя нагрузка будет полезна. Интенсивные упражнения, выполняемые сразу после пробуждения, могут вызвать чрезмерный выброс кортизола и привести к быстрому истощению ресурсов. Оптимальная утренняя зарядка должна быть плавной и включать элементы суставной гимнастики и легкой растяжки. Рекомендуемая последовательность такова: начинать с потягиваний и вращений головой для разогрева шейного отдела, затем переходить к круговым движениям в плечевых, локтевых, тазобедренных и коленных суставах. После разогрева суставов можно выполнить несколько динамических упражнений - приседания, наклоны, выпады - в количестве 10-15 повторений. Завершать комплекс следует глубоким дыханием для насыщения крови кислородом. Полная продолжительность такого комплекса составляет около 10 минут и не требует специального инвентаря или спортивной формы.

Практический опыт показывает, что переход на утреннюю зарядку вместо кофе требует определенного периода адаптации. В первые дни может сохраняться привычная тяга к кофеину, однако к третьему-четвертому дню организм перестраивается: утром легче вставать, появляется естественное желание подвигаться, уровень энергии остается стабильным на протяжении всего дня, а качество сна улучшается. Разумеется, полный отказ от кофе не является самоцелью. Кофе остается напитком, который можно употреблять ради вкуса и ритуала, однако использовать его как основной инструмент для пробуждения физиологически менее оправдано.

Для формирования привычки делать зарядку по утрам можно использовать несколько простых приемов. Во-первых, правило пяти секунд: сразу после пробуждения следует сесть в постели, не позволяя мозгу включить механизм откладывания. Во-вторых, зарядку можно выполнять прямо в спальне, не переодеваясь в специальную форму, что снижает порог входа. В-третьих, полезно привязать разминку к уже существующему ритуалу, например, к чистке зубов или ожиданию закипания чайника. В-четвертых, не следует требовать от себя идеального выполнения - даже пять минут активности принесут больше пользы, чем их отсутствие.

Примерный комплекс утренней гимнастики, занимающий не более 10 минут, может выглядеть следующим образом:

1. Разминка шейного отдела - медленные наклоны и повороты головы (1 минута).
2. Вращения плечами вперед и назад, круговые движения руками (1 минута).
3. Наклоны корпуса в стороны и скручивания (повороты туловища) (2 минуты).
4. Вращения тазом, приседания (без отягощения), выпады назад (2 минуты).

5. Разминка стоп и кистей - вращения стопами, сжимание и разжимание пальцев (1 минута).
6. Завершающая растяжка - наклоны к ногам из положения сидя, потягивания вверх с глубоким вдохом и выдохом (2 минуты).

Таким образом, десятиминутная утренняя зарядка представляет собой научно обоснованную и доступную альтернативу кофеину для повышения утренней работоспособности. Она активизирует естественные механизмы бодрости, улучшает кровообращение, лимфоток и гормональный фон, обеспечивая устойчивый прилив энергии без последующего спада. Формирование привычки к утренней активности способствует не только более легкому пробуждению, но и общему оздоровлению организма, повышению продуктивности и качества сна.

1. Солодовникова Д. С. Утренняя зарядка, 2014, <https://cyberleninka.ru/article/n/utrennyaya-zaryadka>
2. Фрида Морева. Утро начинается (не) с кофе: почему пора перестать пить кофе натошак, 2024. <https://style.rbc.ru/health/6620d42f9a79473f41740327>
3. Тихонович М. И. Положительное влияние утренней гимнастики на организм человека, 2023, <https://cyberleninka.ru/article/n/polozhitelnoe-vliyanie-utrenney-gimnastiki-na-organizm-cheloveka>
4. Королева О.Ю., Федотова Г. В., Федосова Л.П. Пробуждение тела и ума: польза зарядки по утрам, 2024, <https://cyberleninka.ru/article/n/probuzhdenie-tela-i-uma-polza-zaryadki-po-utram>
5. Люся Заковряжина. Как взбодриться утром, 2025, <https://fitstars.ru/blog/healthy-lifestyle/kak-vzbodritsya-utrom>
6. Киржацких Е.Р. Роль физической культуры для профилактики хронических заболеваний // Образование и право, 2025. № 4, С. 472-475
7. Цирулина В.С., Киржацких Е.Р. Актуальные вопросы спортивной подготовки // В сборнике: Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 2025. С. 720-723

Трофимова А.В., Гусев П.М.

Развитие межмышечной координации - почему умение владеть телом важнее мышечной массы

*Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, Казань)*

Аннотация

В данной статье рассматривается важность развития межмышечной координации в контексте общего физического развития и спортивных достижений. Анализируются основные аспекты взаимодействия мышц при выполнении движений, сравниваются преимущества умения управлять телом и высокой мышечной массой. Подчеркивается, что способность координировать работу различных групп мышц играет ключевую роль в эффективности движений, профилактике травм и долговременном здоровье. Также рассматриваются физиологические и нейронные механизмы, лежащие в основе межмышечной координации.

Ключевые слова: межмышечная координация, моторика, нейронные механизмы, спортивное тренирование, функциональная подготовка, двигательный контроль, здоровье, профилактика травм.

Abstract

This article examines the importance of developing intermuscular coordination in the context of overall physical development and athletic performance. The main aspects of muscle interaction in performing movements are analyzed, and the advantages of body control and high muscle mass are compared. It is emphasized that the ability to coordinate the work of different muscle groups plays a key role in the effectiveness of movements, injury prevention and long-term health. The physiological and neural mechanisms underlying intermuscular coordination are also considered.

Keywords: intermuscular coordination, motor skills, neural mechanisms, sports training, functional training, motor control, health, injury prevention.

Развитие физических качеств человека традиционно связывается с увеличением мышечной массы, силой и выносливостью. Однако в последние десятилетия в спортивной науке и физиологии наблюдается смещение акцента на развитие межмышечной координации - способности эффективно управлять работой нескольких мышечных групп во время сложных движений. Это обусловлено пониманием того, что именно слаженность и точность взаимодействия мышц определяет качество движения, его эффективность и безопасность. В данной статье рассматриваются причины, по которым умение владеть телом и развивать межмышечную координацию важнее просто наращивания мышечной массы, а также представлены научные основы и практические рекомендации.

Межмышечная координация - это способность различных мышц и мышечных групп работать синхронно и согласованно для выполнения целенаправленного движения [1, С. - 68]. Этот процесс осуществляется благодаря сложной нейронной системе, включающей центральную нервную систему (мозг и спинной мозг), периферические нервы и мышечные волокна. На нейронном уровне координация достигается через настройку активности мотонейронов, сенсорных сигналов и обратной связи.

Функциональную роль в развитии межмышечной координации играют такие факторы, как проприоцепция (ощущение положения тела и движений), баланс, реакция на внешние раздражители и способность к адаптации. В процессе тренировки происходит обучение нейронных цепей, что повышает точность и скорость передачи команд, улучшает согласованность движений и уменьшает энергетические затраты.

Несмотря на очевидные преимущества сильных мышц, их развитие само по себе не гарантирует эффективности движений или профилактики травм. В ряде исследований показано, что спортсмены с хорошей межмышечной координацией демонстрируют лучшие результаты в технически сложных видах спорта, таких как гимнастика, боевые искусства, фигурное катание и командные виды спорта, чем те, у кого доминирует мышечная масса [2, С. - 51].

Во-первых, высокая мышечная масса может ограничивать гибкость и подвижность, что увеличивает риск травм и снижает функциональную эффективность. Во-вторых, развитая координация позволяет выполнять движения более экономично и точно, что важно для повышения спортивных результатов и предотвращения переутомления. В-третьих, способность к управлению телом способствует правильной технике выполнения упражнений, что уменьшает нагрузку на суставы и связки.

Исследования показывают, что у людей с развитой межмышечной координацией существенно снижен риск возникновения травм опорно-двигательного аппарата, так как правильное распределение нагрузки и своевременная реакция на внешние воздействия предотвращают переутомления и неправильное выполнение движений. Кроме того, развитие координационных навыков способствует улучшению баланса, стабильности и адаптивности, что особенно важно при выполнении сложных и динамичных движений.

Физиологическая база межмышечной координации - это сложная сеть нейронных связей, которая обеспечивает синхронную работу мышц. Центральная нервная система формирует модели движений и обучается их автоматизации через повторение и адаптацию. Периферические механизмы включают сенсорные рецепторы, такие как мышечные веретена и сухожильные органы Гольджи, обеспечивающие обратную связь о положении и нагрузке мышц.

На нейронном уровне развивается так называемая моторная программа - набор команд, которые позволяют выполнять комплексные движения с минимальной затратой усилий, с высокой точностью и плавностью.

Этот процесс требует долгосрочного тренинга и повторения, что способствует образованию устойчивых нейронных связей и автоматизации двигательных паттернов.

Для повышения межмышечной координации рекомендуется включать в тренировочный план упражнения, направленные на развитие моторики, баланс и сенсомоторную интеграцию. В их числе - упражнения на стабилизацию, балансировочные платформы, упражнения с закрытыми глазами, медленные и контролируемые движения, а также упражнения на развитие гибкости и подвижности. Эффективность достигается через систематическую практику и постепенное усложнение условий выполнения упражнений.

Кроме того, важно развивать проприоцепцию - ощущение положения тела - посредством специальных методов, таких как йога, пилатес или функциональные тренировки [3, С. - 38]. Включение в программу тренировок элементов координационной подготовки способствует не только улучшению технических навыков, но и повышению общей функциональности организма.

Развитие межмышечной координации является ключевым аспектом общего физического развития и спортивной подготовки. В отличие от простого увеличения мышечной массы, умение владеть телом обеспечивает более высокую эффективность движений, снижение риска травм и более длительный срок активного долголетия. Научные данные подтверждают, что именно качественная координация мышц и нейронная подготовка лежат в основе успешных физических и спортивных достижений. Поэтому в современных программах тренировки необходимо уделять особое внимание развитию моторики, балансировки и взаимодействия мышечных групп, что в конечном итоге способствует более гармоничному и безопасному развитию человека.

1. Особенности межмышечной координации боксеров различных весовых категорий в условиях функциональной нагрузки / М. С. Бакулев, С. И. Петров, Е. Н. Медведева, В. В. Федоров // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2021. – № 5. – С. 65-75.
2. Синайский, М. М. Физиологический показатель эффективности локомоторной координации у юных спортсменов и сенситивный период становления координации / М. М. Синайский, Е. С. Курочкина // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2012. – № 2. – С. 47-52.
3. Основные направления биомеханического обследования в изучении системы проприорецепции в спорте высоких достижений / Д. А. Андреев, Н. В. Борисова, В. В. Кармазин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 4(56). – С. 37-40.

Фомина В.В., Севодин С.В.

Спорт как путь к гармонии: как физическая активность помогает побороть стресс и переутомление

*Казанский государственный
энергетический университет
(Россия, Казань)*

Аннотация

В статье рассматривается роль физической активности в преодолении стресса и переутомления, раскрывающая ее комплексное воздействие на физиологию и психологию человека. Посредством анализа биохимических процессов (снижение кортизола, выработка эндорфинов) и психологических принципов (внимательность, приемы роста, мышление) достигается, как спорт поддерживает баланс между телом и разумом. Исследуются внешние аспекты физической активности, ее роль в регионе с экзистенциальным кризисом, а также значение индивидуального режима питания — от йоги до экстремальных видов спорта. Подчеркивается, что спорт не должен быть связан с перфекционизмом: главное — удовольствие и осознанность. Статья предупреждает о рисках чрезмерных действий и предлагает практические рекомендации по ежедневным действиям для укрепления продуктивности и эмоциональной устойчивости.

Ключевые слова: стресс, переутомление, гармония, кортизол, эндорфины, осознанность.

Abstract

The article examines the role of physical activity in overcoming stress and overwork, revealing its complex effect on human physiology and psychology. Through the analysis of biochemical processes (cortisol reduction, endorphin production) and psychological principles (mindfulness, growth techniques, thinking), it is achieved how sports maintain a balance between body and mind. The article examines the external aspects of physical activity, its role in a region with an existential crisis, as well as the importance of an individual diet, from yoga to extreme sports. It is emphasized that sport should not be associated with perfectionism: the main thing is pleasure and awareness. The article warns about the risks of excessive actions and offers practical recommendations for daily actions to strengthen productivity and emotional stability.

Keywords: stress, overwork, harmony, cortisol, endorphins, mindfulness.

В современном мире, где ритм жизни увеличивается с каждым днем, требования к продуктивности становятся все выше, стресс и переутомление превратились в замедленную часть повседневности. Бесконечные дедлайны, цифровая перегрузка, социальное давление и экзистенциальные атмосферные воздействия контрастного коктейля, который подрывает не только психическое, но и прочное здоровье. В поисках спасения люди обращаются к медикаментам, психотерапии или эскапизму в сериалах и соцсетях, однако один из наиболее действенных инструментов борьбы с дисбалансом часто остается недооценённым — это спорт. Физическая активность, выходя за рамки банального «поддержания формы», становится мостом к гармонии, установлению связи между телом и разумом, возвращая ощущение контроля над жизнью и наполняя ее смыслом даже в условиях хаоса [1].

Физиология стресса — это древний механизм выживания, который в условиях каменного века заставляет наши предкам спасаться от хищников или добывать информацию. Выброс адреналина и кортизола, учащенное сердцебиение, напряжение мышц — это всё готово тело к региону или бегству. Но в XXI веке «хищники» приобрели абстрактные формы: начальник, требующий отчёта к утру, ипотека, проблемы в отношениях. Тело, эволюционно не приспособленное к хроническому стрессу, продолжает реагировать на эту угрозу так, словно за нами гонится саблезубый тигр.

Переизбыток кортизола разрушает нейронные связи в гиппокампе, отвечая за память и эмоциональную регуляцию, ослабляет иммунитет, провоцирует бессонницу и тревожные расстройства. Именно здесь спорт становится антидотом. Во время физической нагрузки организм переключается в режим «реальной» угрозы: мышцы работают, сердце качает кровь, дыхание учащается — и это дает мозгу сигнал, что реакция «бей или беги» завершена. Уровень кортизола снижается, а выработка эндорфинов, серотонина и дофамина — «гормонов счастья» — создаёт эффект естественной антидепрессивной терапии.

Однако при использовании спорта не ограничивается биохимия. Физическая активность структурирует время, создаёт ритуалы и дисциплину, которые противостоят хаосу переутомления. Когда человек регулярно занимается бегом, плаванием или йогой, он формирует «якоря» стабильности в своем расписании. В эти моменты, посвящённые исключительно себе, становятся буфером между отклонениями требований и согласованием вызовов. В отличие от пассивного отдыха, который часто переходит в прокрастинацию, спорт требует осознанности: необходимо следить за дыханием, контролировать движения, сохранять равновесие. Это практика осознанности — комплексности Настоящего, которая вытесняет атмосферу прошлого или будущего. Например, во время скалолазания невозможно думать о незавершённом проекте на работе: всё внимание приковано к поиску опор для рук или ног. Такая «перезагрузка» сознания приводит к когнитивной перегрузке, характерной для синдрома эмоционального выгорания [2].

Интересно, что спорт также работает как метафора преодоления необходимости. Когда человек сталкивается с физическими испытаниями — пробежать еще километр, поднять большой вес, улучшить личный рекорд — он уверен не только в силе, но и в психологической устойчивости. Каждое достижение, даже небольшое, верит в собственные силы и создает шаблон «я могу». Это особенно важно для тех, кто оказался в ловушке выгорания, где доминирует чувство бессилия и цинизма. История марафонца, который начинал с пробежек, постепенно наращивая дистанцию, становится аллегорией восстановления: шаг за шагом, через боль и предложение, к цели. Физические усилия буквально перестраивают нейронные пути, формируя установку на рост (установку на рост), которая затем переносится на другие сферы жизни.

Социальный аспект спорта также нельзя недооценивать. Командные виды активности — футбол, волейбол, групповые тренировки — вызывают чувство принадлежности, которого так не хватает в эпоху одиночества. Общее дело, поддержка товарищей, совместное преодоление усталости, создающее эмоциональные связи, снижающие уровень стресса. Даже в таких дисциплинах, как плавание или велоспорт, сообщество единомышленников (онлайн или офлайн) становится убедительной мотивацией и эмпатией. Люди, объединённые общей страстью, всё чаще приобретают опыт борьбы с кризисами, что помогает переосмыслить собственные проблемы. Кроме того, спортсмены-любители, будь то участники забегов или йога-фестивалей, часто отмечают, что совместные достижения помогают им выйти за рамки перфекционизма, научиться принимать себя и других без оценочных суждений.

Особое внимание уделяется роли спорта в регионе с экзистенциальным стрессом — тем чувствам пустоты и бессмысленности, которые возникают на фоне рутины. Физическая активность, особенно на открытом воздухе, возвращает человека в контакт с базовыми элементами бытия: землёй, водой, воздухом. Пробежка в лесу, где ветер касается кожи, под ногами хрустящие листья, или серфинг, требующий полного слияния с ритмом волны, — всё это моменты, когда исчезает грань между телом и окружающим миром. В такие минуты приходит понимание, что жизнь — это не только череда задач и достижений, но и поток ощущений, в которых можно прожить глубоко и полно. Экстремальные виды спорта, такие как альпинизм или дайвинг, и вовсе выводят это

переживание на новый уровень: столкновение с очевидной опасностью (контролируемой) обнуляет навязчивые мысли, задерживая ценить само существование [3].

Для тех, кто страдает от профессионального выгорания, спорт становится способом восстановить границу между работой и личной жизнью. Когда человек после восьмичасового успеха за компьютером идет в зал или на теннисный корт, он символически «переключает» идентичность: из офисного сотрудника превращается в спортсмена, чьи цели и исследования проводятся не KPI, а личный прогресс. Это создает психологическую дистанцию от рабочих стрессоров, позволяя мозгу отдохнуть и вернуться к решению проблем с новыми открытиями. Более того, снижение напряжения после тренировки часто становится здоровой альтернативой ментальному истощению: оно приводит к затраченным тенденциям и содействию традиционному сну, что имеет большое значение для восстановления при переутомлении.

Стоит отметить, что спорт не всегда должен быть интенсивным или соревновательным, чтобы носить с собой пользу. Йога, тайчи, пилатес или даже обычные прогулки — это формы движений, которые сочетают физическую нагрузку с медитативной взглядом. Например, в йоге акцент на дыхании и плавности движений регулирует парасимпатическую нервную активную систему, отвечающую за расслабление. Исследования показывают, что регулярные занятия йогой снижают уровень тревожности и улучшают качество жизни у людей с хроническим стрессом. Даже короткая тренировка продолжительностью 10–15 минут, если они выполняются осознанно, может стать «перезагрузкой» в течение рабочего дня, предотвращая накопление напряжения.

Но как быть тем, кто ненавидит спорт или не может найти его вовремя. Ключ — в индивидуальном подходе и переосмыслении понятия «активность». Необязательно покупать абонемент в тренажерном зале или участвовать в марафонах. Танцы под любимую музыку дома, игры с детьми во дворе, работа в саду или даже уборка квартиры в энергичном темпе — все это формирует движение, которое запускает те же самые процессы, что и традиционные тренировки. Важно найти то, что приносит радость, а не воспринимается как обязательство. Эксперименты показывают, что, когда активность дисплея ассоциируется с удовольствием, а не с долгом, ее положительное влияние на психику усиливается [4].

Однако есть и обратная сторона: чрезмерное увлечение спортом может стать еще одним недостатком стресса. Попытки соответствовать жестким принципам «идеального тела», навязчивое подсчет калорий или часов тренировок, травмы из-за перегрузок — всё это превращает спорт из лекарств в яд. Важно помнить, что цель — не рекорды и не эстетика, а гармония. Здоровый подход предполагает умение прислушиваться к своему телу, совмещать одежду с отдыхом и воспринимать спорт как диалог, а не как битву с самим собой.

В малых боях с переутомлением особую роль спорт играет как инструмент тайм-менеджмента. Как ни парадоксально, но выделение времени на обучение часто приводит к повышению продуктивности. Упражнения улучшают стабильность, креативность и энергичность, что компенсирует «потерянные» часы. Например, 30-минутная пробежка может сократить время выполнения сложной задачи благодаря приливу силы и ясности ума. Кроме того, планирование тренировок учит расстановке приоритетов — навыкам, которые помогают избегать выгорания из-за множества задач.

Спорт также становится пространством для экстенциальной рефлексии. Монотонные циклические действия, такие как бег или плавание, приводят мозг в состояние, близкое к медитативному, когда на поверхность всплывают подсознательные мысли и идеи. Многие люди отмечают, что именно во время тренировок к ним приходят решения сложных проблем или инсайтов о жизни. Это не случайно: Физическая активность стимулирует нейрогенез — образование новых нейронов в гиппокампе, что усиливает когнитивные способности и эмоциональную гибкость [5].

Подводя итог, спорт — это не просто набор упражнений для развития мышц или похудения. Это универсальный язык, на котором тело и разум ведут диалог, охрана нарушенного баланса. В мире, где стресс и выгорание стали эпидемией, Видимая активность предлагает не бегство от реальности, возвращение к себе — через боль, пот, усилие и радость маленькой победы. Она напоминает, что гармония — это не статичное состояние «отсутствия проблемы», динамичный процесс, требующий участия всего существа. И возможно, именно на беговой дорожке, теннисном корте или в тишине йога-студии человек заново открывает простую основу: жизнь, несмотря на всю ее сложность, стоит того, чтобы быть прожитой — глубоко, осознанно и страстно.

1. Дементьев К.Н. Понятие «утомление» и «переутомление»: средства восстановления / К.Н. Дементьев, А.М. Стронько, К.А. Жигалин // Вестник науки. – 2023. – №12 (69). – Т. 4. – С. 1301–1307. – EDN NAOLJN
2. Андрианов В.В. Развитие выносливости в системе физической подготовки курсантов: учеб.-метод. пособие / В.В. Андрианов, А.В. Мещеряков. – Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2022. – 50 с.
3. Степанова Е. В. Физические нагрузки как средство повышения стрессоустойчивости. / Е. В. Степанова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2022. — № 2–5.
4. Васильева Л. О. Физические упражнения против стресса / Л. О. Васильева // Молодой учёный. — 2021. — № 20(362). — С. 432–434.
5. Головнина А. П., Батыркаева Л. Д. Спорт как лекарство от стресса // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 10–2. С. 324–325.

РАЗДЕЛ XIII. АРХИТЕКТУРА

Караева Э.В.

Развитие туристско-рекреационной инфраструктуры в цепи исторических поселений (На примере поселений Махческ, Мацута, Камата) Республика Северная Осетия-Алания

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

Научный руководитель: Леошко С.С.

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к организации инфраструктуры малоурбанизированных поселений на примере высокогорных сёл: Махческ, Мацута, Камата. Обозначены исторические предпосылки, вызовы и возможности развития таких территорий. Основное внимание уделено переходу от разрозненных исторических объектов к единой транспортной и функциональной системе, сохранению культурного наследия, устойчивому туризму и сохранению локальной идентичности. В статье рассматриваются понятия консервации памятников культурного наследия, террасирование архитектурных объектов, устойчивое развитие территории и диалогическое взаимодействие с настоящим, позволяя остановить физическую деградацию и повысить экономическую значимость региона

Ключевые слова: горные поселения, восстановление, устойчивое развитие, культурное наследие, этнотуризм, экотуризм, локальная идентичность, РСО-Алания, традиции.

Abstract

The article discusses modern approaches to the organization of infrastructure in low-urban settlements using the example of high-altitude villages: Makhchesk, Matsuta, Kamata. The historical background, challenges and opportunities for the development of such territories are outlined. The main focus is on the transition from disparate historical sites to a unified transport and functional system, the preservation of cultural heritage, sustainable tourism and the preservation of local identity. The article discusses the concepts of conservation of cultural heritage monuments, terracing of architectural sites, sustainable development of the territory and dialogic interaction with the present, allowing to stop physical degradation and increase the economic importance of the region.

Keywords: mountain settlements, restoration, sustainable development, cultural heritage, ethnotourism, ecotourism, local identity, North Ossetia-Alania, traditions.

Введение

Горы занимают четверть суши Земли и являются домом для более чем 12% (или 625 млн) мирового населения [2]. Горные регионы представляют собой уникальные экосистемы, обладающие богатыми природными ресурсами, включая водные запасы, минеральные ископаемые, биологическое разнообразие и рекреационный потенциал. Как отмечает Ю.П. Баденков, «относительная изолированность горных регионов позволила сохранить во многих из них достаточно нетронутую природу, своего рода островки биоразнообразия посреди пространств, преобразованных техногенезом» [1]. Однако сегодня многие горные поселения сталкиваются с критическими вызовами: демографическим упадком, ухудшением инфраструктуры, экономическими трудностями и экологическими угрозами.

Развитие горных поселений представляют собой комплексную задачу, требующую инновационных подходов и междисциплинарных решений. В данной статье рассматриваются современные решения к восстановлению горных поселений с фокусом на объединение трех поселений (Махчеськ, Камата, Вакац) в единое ядро в Республике Северная Осетия-Алания, рассмотрение их как характерный пример горных поселений, столкнувшихся с упадком и нуждающихся в комплексном подходе развития.

Исторический контекст и современные вызовы

Горные поселения исторически формировались вокруг двух основных факторов: ремесла и традиционного хозяйства (скотоводство, земледелие). На протяжении веков они развивали уникальные культурные традиции и адаптированные к горной среде хозяйственные практики. Однако с индустриализацией и урбанизацией XX века, многие горные поселения начали терять население, экономическую устойчивость и культурную самобытность.

Архитектурный ансамбль фиксировал социальную иерархию: доминирующая фамилия занимала центральную, наиболее укрепленную позицию с родовой башней. Башни и склепы были не просто постройками, а знаками родовой чести, автономии и вечности. Некрополи (особенно башенные и наземные склепы в Вакаце и Махчеське) являлись родовыми пантеонами, обеспечивавшими символическую связь поколений с конкретной территорией

Хозяйственно-экологический фактор. Экономической основой было вертикальное природопользование: террасное земледелие, скотоводство с использованием альпийских пастбищ и промыслы. Поселения были вписаны в эту систему как постоянные базы, а их архитектура использовала исключительно местные материалы (сланец, известняк, дерево), что создавало ощущение органичного «произрастания» из ландшафта.

Присоединение к Российской империи после Кавказской войны (1817г-1864г)- стало точкой, запустившей процессы демилитаризации, миграции и модернизации. Башни стали терять утилитарный смысл, превращаясь в символы родовой памяти.

Основные вызовы для горных поселений

Современные горные поселения сталкиваются с рядом общих вызовов: демографический упадок: отток молодежи в города приводит к старению и сокращению населения; инфраструктурные ограничения: удаленность и сложный рельеф затрудняют развитие дорожной сети, энергоснабжения и коммуникаций; экономическая нестабильность: сокращение традиционных видов деятельности и отсутствие новых экономических возможностей; экологические проблемы: последствия промышленной деятельности, эрозия почв, изменение климата и природные катастрофы; угроза культурному наследию: утрата традиционных знаний, ремесел и архитектуры.

Культурное наследие является важнейшим ресурсом горных поселений. Современные подходы включают: документирование и сохранение традиционной архитектуры: восстановление исторических зданий с использованием аутентичных материалов и техник; создание культурных центров и музеев: фиксация и популяризация местных традиций, ремесел и истории; ревитализацию нематериального наследия: поддержка традиционных праздников, кухни, ремесел и фольклора. Показательным примером является регион Верхней Сванетии в Грузии, где средневековые поселения с уникальными башнями-домами были включены в список Всемирного наследия ЮНЕСКО и стали центром культурного туризма [3]. Еще одним примером сохранения исторического наследия в контексте туризма и консервации ОКН является Исторические деревни Сиракава-го и Гокаяма [2]. Метод восстановления с учетом устойчивости к природному климату, развитие малых экологических ферм и ремесел. Метод восстановления с учетом устойчивости к природному климату, развитие малых экологических ферм и ремесел. Музей под открытым небом и редкий пример деревень, в которых дома в стиле гассё сохранились на своих первоначальных местах и группами, как они и строились в районе вдоль реки Сё.

Экономическая ревитализация

Устойчивое экономическое развитие является ключом к жизнеспособности горных поселений. Современные подходы включают: развитие различных видов туризма альпинизм, эко-туризм, этно-туризм, пеший туризм, созерцательный туризм, бальнеологический туризм: создание туристических маршрутов, гостевых домов и интерактивных программ для посетителей; создание инфраструктуры для творческого вдохновения (арт-резиденция), развитие местной продукции с добавленной стоимостью: переработка сельскохозяйственной продукции, возрождение традиционных ремесел и создание брендов с географической привязкой

Потенциальные подходы к развитию поселений Махческ, Камата, Вакац.

Три исторических поселения выступают в роли узлов, сохраняющих и транслирующих аутентичный культурный код. Пространственные разрывы между ними преобразуются в связующие рекреационные коридоры. В географическом и функциональном центре системы, в равной доступности от всех трёх поселений, формируется интегрированное общественное ядро. На внешнем периметре поселений создаётся буферная зона террасированного ландшафта для земледелия.

Проектные предложения по развитию территорий:

- Ядро

Является точкой притяжения основных общественных пространств в малых исторических поселениях и точкой сбора общих потоков. Ядро включает в себя следующие элементы: 1) многофункциональная рыночная площадь. Помимо сезонной торговли локальными продуктами (сыр, урбеч, мёд, войлок), предлагается разместить трансформируемые павильоны для фуд-корта с национальной кухней, лавки ремесленников. 2) Амфитеатр. Используя естественный рельеф склона, обращённого к горной реке и пику, создаётся открытая площадка для мероприятий. Амфитеатр предназначен для проведения фестивалей, театрализованных представлений нартского эпоса, кинопоказов под открытым небом и лекций. Вокруг площади формируются основные общественные пространства для торговли и бизнеса.

- Линейное пространство, связывающее поселения вдоль водной артерии (р. Урух или её притоков), организуется как променада. Вдоль променады располагается блок гостиниц и СПА-комплексов, следующим блоком следует коттеджный посёлок и творческий кластер для приглашённых художников, скульпторов, писателей и исследователей

- На внешних, наиболее солнечных склонах вокруг кластера восстанавливается и модернизируется система земельных террас. Это выполняет несколько функций: 1) Экономическая - выращивание локализованных сельхозкультур для обеспечения комплекса и на продажу. 2) Эстетическая - формирование живописного культурного ландшафта, меняющего облик по сезонам. 3) Образовательная - организация «агро-туров» с участием в полевых работах, мастер-классами по старинным методам земледелия и дегустациями. 4) Экологическая - укрепление склонов, предотвращение эрозии, сохранение биоразнообразия.

- Специализированные «Города мастеров» в исторических ядрах. Каждому поселению присваивается уникальная ремесленная специализация, основанная на историческом или природном потенциале, создавая тематические деревни внутри общего комплекса.

Махческ (металл и огонь). Акцент на кузнечно-оружейно. Включает кузницу-лабораторию по изучению техникиковки оружия; мастерскую по изготовлению современных украшений с аланским орнаментом; демонстрационную площадку средневековых осадных технологий.

Камата: «деревообработка». Специализация на деревообработке. Размещает: мастерские по изготовлению традиционной деревянной утвари, мебели.

Вакац: «камень и войлок». Специализация на камнерезном искусстве и войлочном производстве. Создается: мастерская по обработке сланца и созданию архитектурных деталей; цех по валянию бурок, ковров и аксессуаров с традиционным орнаментом; школу традиционного каменного зодчества.

Заключение

Развитие туристско-рекреационной инфраструктуры в горных поселениях представляет собой комплексную задачу, требующую инновационных и устойчивых подходов. Опыт успешных проектов по всему миру показывает, что ключевыми элементами успеха являются: сохранение культурного наследия, экологическая реабилитация, экономическая диверсификация и сохранение локальной традиции поселений. Поселения Махчесск, Камата, Вакац, несмотря на свою драматическую историю, имеют значительный потенциал для развития, особенно в контексте растущего интереса к локальному этнографическому туризму

Современные подходы развития горных поселений должны гармонично сочетать традиции и инновации, обеспечивая развитие не только в экономическом, но и в социальном и экологическом аспектах. Как отмечал Ю.П. Баденков, «современные люди в своем большинстве стремятся в горы, откуда бы они ни происходили, признавая тем самым особую эстетику гор и культуру горцев» [1]. Это естественное стремление может стать основой для возрождения и других горных поселений, создавая новые возможности для сохранения уникального природного и культурного наследия горных регионов.

1. Баденков, Ю.П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие-разнообразие моделей развития / Ю.П. Баденков. – Москва : ГЕОС, 2017.
2. Исторические деревни Сиракава-го и Гокаяма// Центр всемирного наследия ЮНЕСКО : официальный сайт. – <https://whc.unesco.org/en/list/734/>
3. Верхняя Сванетия // Центр всемирного наследия ЮНЕСКО : официальный сайт. – URL: <https://whc.unesco.org/en/list/709/> (дата обращения: 11.12.2025).
4. Караев А.И. Туристско-рекреационный потенциал Республики Северная Осетия — Алания: проблемы и перспективы. — Владикавказ: ИПЦ СОИГСИ, 2019. — 180 с.
5. Габуева Т.А. "Средневековые поселения Дигорского ущелья как объекты культурного наследия" // Вестник СОГУ, 2021. — № 3. — С. 45–52.
6. Дзанагов Р.М. "Принципы устойчивого развития туризма в горных территориях (на примере Национального парка "Алания")" // Региональные исследования, 2020. — № 4. — С. 78–89.
7. Тменов В.Х. Средневековые историко-архитектурные памятники Северной Осетии. - Орджоникидзе: Ир, 1984. - 344 с.

Оболенская В.А.
**Храм как средообразующий элемент в структуре новой городской застройки:
религиоведческий анализ**

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

Аннотация

Храм в условиях современной городской застройки рассматривается как форма институционализированного присутствия религии в публичном пространстве секулярного города. В ситуации типовой новой застройки, характеризующейся ослаблением символических ориентиров и фрагментацией городской среды, сакральные объекты приобретают особое значение как элементы, способные формировать устойчивые пространственные и смысловые структуры. Выявлены религиоведческие основания средообразующей функции храма и проанализированы механизмы его воздействия на городскую среду в новых жилых районах. Методологически исследование опирается на теоретические подходы к анализу сакрального пространства, разработанные в религиоведении и социологии религии, а также на сравнительный анализ современных практик храмового строительства. Установлено, что храм в структуре новой застройки функционирует как медиатор между сакральным и секулярным пространством, формируя символическое ядро территории и поддерживая процессы локальной идентичности. Показано, что средообразующая роль храма реализуется в пространственном, социальном и символическом измерениях и во многом зависит от степени его интеграции в городскую среду. Научная новизна статьи заключается в интерпретации храма как многоуровневого религиоведческого феномена, влияющего на формирование городской среды в условиях современной застройки. Полученные выводы расширяют представления о формах публичного присутствия религии в современном городе и могут быть использованы в междисциплинарных исследованиях религии и городской среды.

Ключевые слова: храм, сакральное пространство, городская среда, религия в городской среде, новая застройка, религиозная идентичность, средообразование.

Abstract

In the context of contemporary urban development, the church is considered as a form of institutionalized presence of religion in the public space of a secular city. In conditions of typical new residential development, characterized by the weakening of symbolic landmarks and the fragmentation of the urban environment, sacred objects acquire particular significance as elements capable of forming stable spatial and semantic structures. The study identifies the religious-studies foundations of the environment-forming function of the church and analyzes the mechanisms of its influence on the urban environment in newly developed residential areas. Methodologically, the research is based on theoretical approaches to the analysis of sacred space developed within religious studies and the sociology of religion, as well as on a comparative analysis of contemporary practices of church construction. It is established that within the structure of new urban development the church functions as a mediator between sacred and secular spaces, forming a symbolic core of the territory and supporting processes of local identity formation. It is demonstrated that the environment-forming role of the church is realized at spatial, social, and symbolic levels and largely depends on the degree of its integration into the urban environment. The scientific novelty of the article lies in the interpretation of the church as a multi-level religious-studies phenomenon influencing the formation of the urban environment under conditions of contemporary development. The findings contribute to a broader understanding of the forms of public presence of religion in the modern city and may be applied in interdisciplinary studies of religion and the urban environment.

Keywords: church; sacred space; urban environment; religion in the urban environment; new urban development; religious identity; environment formation.

Введение

Современный город представляет собой пространство интенсивной секуляризации, в котором религия всё чаще проявляется не через повседневные практики большинства горожан, а через институциональные формы присутствия в публичной среде [5]. Одной из таких форм является храм, сохраняющий значение устойчивого символического и пространственного ориентира. В условиях новой городской застройки, характеризующейся типизацией архитектурных решений и ослаблением локальной идентичности, роль храма приобретает особую актуальность.

В религиозных исследованиях всё чаще поднимается вопрос о формах репрезентации сакрального в современном городе, а также о взаимодействии религиозных институтов с секулярной городской средой [5]. Храм в этом контексте может рассматриваться не только как культовое сооружение, но и как элемент, формирующий особое качество городской среды, влияющий на восприятие пространства и социальные практики. Целью настоящей статьи является выявление средообразующей функции храма в структуре новой городской застройки с позиций религиоведения. Представляется обоснованным рассматривать храм не только как культовое сооружение, но и как устойчивую форму публичного присутствия религии, влияющую на символическую и социальную организацию городской среды. Для достижения поставленной цели в статье анализируются религиоведческие концепции сакрального пространства и современные практики храмового строительства в новых жилых районах.

Храм как форма репрезентации сакрального пространства

В религиоведческой традиции сакральное пространство определяется как особым образом организованная часть мира, отделённая от профанного и наделённая символическим значением. Храм в этом смысле выступает как пространственная фиксация сакрального, институционально закрепляющая присутствие религии в городской среде [7].

Исследователи подчёркивают, что сакральное пространство не существует изолированно, а всегда соотносится с окружающим социальным и культурным контекстом. Храм, будучи встроенным в городскую ткань, формирует особую зону смыслового напряжения между сакральным и секулярным, что делает его значимым элементом городской среды [6]. Таким образом, храм можно рассматривать как медиатор между различными режимами пространства, что и обуславливает его средообразующий потенциал.

Новая городская застройка как секуляризованная среда

Новая городская застройка в России, как правило, формируется в рамках функционалистской логики, ориентированной на решение утилитарных задач, что особенно характерно для массового жилищного строительства последних десятилетий. В результате формируется среда, в которой преобладают жилые функции, а общественные и символические пространства оказываются вторичными. Это приводит к снижению выразительности городской среды и утрате устойчивых культурных ориентиров, что неоднократно отмечается в исследованиях современной городской среды [2].

В такой ситуации включение храма в структуру нового района приобретает значение не только архитектурного, но и религиоведческого феномена. Храм становится одной из немногих форм, способных привнести в секулярное пространство элементы сакральной символики и тем самым изменить характер восприятия среды. Как отмечают исследователи, именно в новых районах храм нередко выполняет функции, выходящие за рамки культовой деятельности, становясь пространством социальной коммуникации и символического центра территории [3].

Средообразующая функция храма

Средообразующая функция храма в структуре новой застройки проявляется на нескольких уровнях. Пространственный уровень связан с формированием визуальных доминант и иерархии пространства. Храм, как правило, выделяется из окружающей застройки масштабом и архитектурным образом, что способствует структурированию пространства и улучшению его ориентационной читаемости [1]. Социальный уровень выражается в формировании устойчивых сценариев взаимодействия жителей с пространством. Храмовый комплекс может выступать местом концентрации социальных и культурных практик, что способствует формированию локальных сообществ и укреплению социальной связности [4]. Символический уровень связан с формированием смыслового ядра территории. Храм в новой застройке становится носителем религиозных и культурных кодов, обеспечивающих связь с традицией и поддерживающих процессы идентификации жителей с местом проживания [5].

Современные практики храмового строительства в новых жилых районах: религиоведческий анализ

Современные практики храмового строительства в новых жилых районах демонстрируют неоднородность подходов к включению сакрального объекта в городскую среду. В одних случаях храм изначально рассматривается как важный элемент пространственной и социальной структуры района, в других — его размещение носит характер формального выполнения запроса религиозной общины или институционального присутствия конфессии без глубокой интеграции в среду застройки.

С религиоведческой точки зрения принципиальным является вопрос о том, каким образом сакральное пространство храма соотносится с повседневным секулярным пространством города. Как отмечает Н. И. Сазонова, христианский храм в городском контексте всегда оказывается включённым в систему напряжённых отношений между сакральным и профанным, что определяет специфику его восприятия и функционирования [7]. В новых жилых районах это напряжение особенно заметно, поскольку среда застройки лишена исторически сложившихся символических ориентиров.

В практике современного храмового строительства можно выделить несколько устойчивых моделей. Первая модель предполагает размещение храма в структуре общественного центра района, в непосредственной близости от пешеходных маршрутов, общественных пространств и социальных объектов. В этом случае храмовый комплекс становится частью повседневных маршрутов жителей и постепенно интегрируется в их повседневный опыт. Такая модель способствует формированию устойчивого сакрального присутствия, при котором храм воспринимается не как изолированный объект, а как естественный элемент городской среды [2].

Вторая модель связана с периферийным размещением храма, когда сакральный объект оказывается отнесённым на границу жилой застройки или в зону слабо выраженных общественных функций. С религиоведческой точки зрения подобное решение снижает средообразующий потенциал храма, поскольку сакральное пространство оказывается символически отделённым от повседневной жизни района. В таких случаях храм сохраняет значение культового сооружения, однако его влияние на формирование локальной идентичности и городской среды в целом оказывается ограниченным [3].

Особое внимание в религиоведческом анализе заслуживает многофункциональность современных храмовых комплексов. Помимо собственно культового пространства, они включают образовательные, культурные и социальные функции, что расширяет спектр взаимодействия религиозной институции с городской средой. По мнению ряда исследователей, именно эта функциональная открытость позволяет храму в новых районах выступать медиатором между религиозным сообществом и секулярным обществом, снижая дистанцию между сакральным и профанным пространствами [4].

Таким образом, современные практики храмового строительства в новых жилых районах демонстрируют, что средообразующая функция храма реализуется не автоматически, а при наличии целенаправленной стратегии включения сакрального пространства в городскую среду. С религиозной точки зрения храм следует рассматривать не только как архитектурный объект, но и как форму публичного присутствия религии, способную трансформировать структуру и символическое содержание городской среды. Следует отметить, что в рамках настоящего исследования не ставилась задача детального анализа конкретных проектных кейсов, поскольку целью являлось выявление типологических и религиозных закономерностей функционирования храма в структуре новой застройки. Данный аспект требует отдельного эмпирического исследования, что может стать предметом дальнейших научных разработок.

Зарубежные религиозные подходы к анализу сакрального пространства в городе

В зарубежном религиоведении проблема сакрального пространства в городской среде рассматривается в рамках междисциплинарных исследований, объединяющих религиоведение, социологию религии и культурную антропологию. Одним из ключевых направлений является анализ религиозных объектов как форм публичной репрезентации религии в условиях секулярного города [8].

В трудах западных исследователей подчёркивается, что сакральное пространство в современном городе утрачивает жёсткие границы, характерные для традиционных обществ, и всё чаще вступает в диалог с секулярной средой. Храм при этом рассматривается не только как место отправления культа, но и как символический маркер религиозного присутствия, участвующий в формировании культурного ландшафта города [9]. Подобный подход позволяет интерпретировать сакральную архитектуру как элемент социальной коммуникации, а не исключительно религиозной практики.

В рамках феноменологического подхода сакральное пространство интерпретируется как особый тип переживания, связанный с опытом «инаковости» и трансцендентного. С этой точки зрения храм в городской среде выполняет функцию пространственного «разрыва» секулярной повседневности, создавая возможность символического выхода за пределы утилитарного восприятия пространства [12]. В новых жилых районах, лишённых исторической глубины, данная функция приобретает особое значение, поскольку именно храм способен формировать точки символической концентрации сакрального опыта.

Социологические подходы акцентируют внимание на роли религиозных институтов в формировании городской идентичности и социальной структуры. Храм рассматривается как один из немногих устойчивых институтов, сохраняющих способность формировать коллективные смыслы в условиях фрагментированной городской среды [8, 11]. Исследователи отмечают, что в современных городах сакральные объекты часто становятся площадками взаимодействия различных социальных групп, что расширяет их значение за пределы конфессиональных границ [9].

В религиозных исследованиях последних десятилетий подчёркивается значение пространственного контекста для интерпретации религиозных практик. Храм, встроенный в структуру города, неизбежно переосмысливается в зависимости от окружения, плотности застройки и характера общественных пространств [10]. В этом смысле новая городская застройка выступает не нейтральным фоном, а активным фактором, влияющим на формы религиозного присутствия.

Сопоставление зарубежных религиозных подходов с отечественными исследованиями позволяет сделать вывод о схожести проблематики: в центре внимания оказывается вопрос о соотношении сакрального и секулярного в современном городе. При этом российский контекст отличается более выраженной ролью храма как символа

культурной и исторической преемственности, что усиливает его средообразующий потенциал в новых жилых районах.

Заключение

Проведённое исследование позволяет рассмотреть храм в структуре новой городской застройки как многоуровневый феномен, выходящий за рамки традиционного понимания культового сооружения. С религиозной точки зрения храм выступает формой институционализированного присутствия религии в публичном пространстве, посредством которой сакральное включается в повседневную структуру секулярного города. При этом степень и характер такого включения могут существенно варьироваться в зависимости от локального социального и пространственного контекста.

Анализ теоретических подходов и современных практик храмового строительства показал, что средообразующая функция храма реализуется не автоматически, а в зависимости от характера его пространственной, социальной и символической интеграции в городскую среду. В условиях новой застройки, лишённой устойчивых историко-культурных ориентиров, храм способен формировать смысловое ядро территории, обеспечивая процессы локальной идентичности и символической ориентации жителей.

Сопоставление отечественных и зарубежных религиозных подходов позволило выявить общие тенденции в интерпретации сакрального пространства современного города, связанные с трансформацией границ между сакральным и секулярным. При этом российский контекст характеризуется особой ролью храма как носителя культурной памяти и религиозной традиции, что усиливает его потенциал как средообразующего элемента в новых жилых районах.

Научная новизна исследования заключается в интерпретации храма как медиатора между сакральным и секулярным пространством, функционирующего одновременно в архитектурном, социальном и символическом измерениях городской среды. Практическая значимость полученных выводов состоит в возможности их использования при анализе религиозного присутствия в современной городской среде, а также в междисциплинарных исследованиях религии, архитектуры и урбанистики.

1. Косенкова, Н. А., Литвинов, Д. В., Косенкова, Е. В. Современные тенденции храмового зодчества / Н. А. Косенкова, Д. В. Литвинов, Е. В. Косенкова // Градостроительство и архитектура. – 2020. – № 4. – С. 12–19.
2. Лызина, А. Г. Средовые условия восприятия православных храмов и комплексов / А. Г. Лызина // Градостроительство и архитектура. – 2021. – № 3. – С. 67–74.
3. Малахов, С. А., Балабанова, Е. А. Новые типологические задачи православного храма-комплекса в структуре современного поселения / С. А. Малахов, Е. А. Балабанова // Градостроительство и архитектура. – 2014. – № 2. – С. 45–52.
4. Нурбаев, Ж. Е., Нурбаева, С. Б. Городская среда и храмовое строительство Русской православной церкви на рубеже XIX–XX веков / Ж. Е. Нурбаев, С. Б. Нурбаева // Вестник Нижневартского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 88–95.
5. Попова, Л. Д. Сакральные основания культуры русского города : дис. д-ра культурологии / Л. Д. Попова. – СПб., 2010. – 412 с.
6. Пуятин, И. Е. Русская церковная архитектура эпохи классицизма. Идеи и образы : дис. ... канд. искусствоведения / И. Е. Пуятин. – М., 2009. – 185 с.
7. Сазонова, Н. И. Христианский храм в городском пространстве и коллизия двух концепций города / Н. И. Сазонова // Визуальная теология. – 2019. – № 1. – С. 34–41.
8. Казанова, Х. Публичные религии в современном мире / Х. Казанова ; пер. с англ. — М. : Идея-Пресс, 2018. — 384 с.
9. Конг, Л. Религия и политика пространства в современном городе / Л. Конг // Progress in Human Geography. — 2001. — Т. 25, № 2. — С. 211–233.
10. Лефевр, А. Производство пространства / А. Лефевр ; пер. с фр. — М. : Strelka Press, 2015. — 432 с.
11. Хабермас, Ю. Религия в публичной сфере / Ю. Хабермас // Социологические исследования. — 2006. — № 7. — С. 3–15.
12. Элиаде, М. Священное и мирское / М. Элиаде ; пер. с англ. — М. : Изд-во МГУ, 1994. — 256 с.

РАЗДЕЛ XIV. ТУРИЗМ

Бондаренко Н.Н.

Туристское пространство: понятие, подходы и технологии проектирования

*Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева
(Россия, Саранск)*

Аннотация

В статье рассматриваются содержание понятия «туристское пространство» и его типы, а также подходы и технологии, которые используются при его проектировании. Обосновывается необходимость применения различных подходов и технологий к проектированию туристского пространства. Сделан вывод о том, что при проектировании туристского пространства любого типа следует применять комплексный подход, учитывающий совокупность основных факторов формирования и развития туристской территории, совокупность всех ресурсов, образующих ее туристско-рекреационный потенциал.

Ключевые слова: туристское пространство, типы туристского пространства, территория, подход, технология, ресурсы.

Abstract

This article examines the concept of "tourist space" and its types, as well as the approaches and technologies used in its design. The need to apply various approaches and technologies to the design of tourist spaces is substantiated. It is concluded that when designing any type of tourist space, an integrated approach should be used, taking into account the totality of the main factors in the formation and development of a tourist area, as well as all the resources that contribute to its tourism and recreational potential.

Keywords: tourist space, types of tourist space, territory, approach, technology, resources.

В современных социально-экономических условиях туризм рассматривается как один из приоритетных факторов развития территорий. Усиление межрегиональной конкуренции, изменение структуры туристского спроса, цифровизация сферы услуг обуславливают необходимость пересмотра подходов к формированию и развитию туристского пространства.

Проектирование туристского пространства представляет собой важную задачу, решение которой способствует повышению эффективности туристской деятельности. Изучение туристского пространства связано с исследованием природных, культурно-исторических и социально-экономических условий и ресурсов, оказывающих существенное влияние на развитие туризма, на формирование территориальной организации туристских комплексов. В связи с этим необходима оценка туристского потенциала территории, поиск таких территорий, которые будут перспективны для развития рекреации и туризма, для формирования новых туристско-экскурсионных маршрутов.

Несмотря на то, что понятие «туристское пространство» широко используется в научной литературе [2; 3; 4; 9; 10], однако однозначного толкования этого термина не существует.

В. Н. Шарафутдинов и Е. В. Онищенко, рассмотрев различные подходы к изучению туристского пространства как понятия, данные отечественными и зарубежными

учеными, отдельно выделили «географический, экономический, экономико-географический, социальный, социокультурный и междисциплинарный подходы» [11, с. 32].

По нашему мнению, при изучении туристского пространства следует, в первую очередь, использовать географический подход. Это обусловлено тем, что любая территория обладает «природными и антропогенными свойствами и ресурсами, характеризуется протяженностью (площадью) как особым видом «пространственного» ресурса ...» [1, с. 50]. «Совокупность отношений между геобъектами, расположенными на конкретной территории (геотории) и развивающимися во времени» образуют географическое пространство» Онищенко [1, с. 100].

В. И. Кружалин и Л. Ю. Мажар в этой связи отмечают, что «геопространство неоднородно: оно включает в себя различные виды «пространств» (природное, социальное, экономическое, рекреационное, туристское и др.), проецирующиеся на конкретную территорию» [8, с. 11]. И далее они дают следующее определение: «Туристское пространство – это составная часть геопространства, и в его основе лежит «геосистема», состоящая из элементов туристско-рекреационной сферы» [8, с. 11].

Таким образом, туристское пространство представляет собой сложную территориальную систему, включающую совокупность туристских ресурсов, обеспечивающих формирование и потребление туристского продукта.

Отметим, что туристское пространство не ограничивается лишь объектами геопространства, а включает также информационную среду, имидж региона, уровень сервисной инфраструктуры и степень вовлеченности местного населения в туристскую деятельность.

Следовательно, проектирование туристского пространства должно носить комплексный характер и учитывать взаимосвязь его структурных компонентов.

При проектировании туристского пространства надо всегда иметь в виду его территориальную привязку к определенной территории (региону в целом, городу, сельской местности и т. д.). Поэтому, прежде чем приступать к проектированию, необходимо изучить особенности соответствующего туристского пространства (природные, социальные, экономические, исторические, культурные и пр.).

Е. А. Джанджугазова [3, с. 30–37] выделяет восемь типов туристского пространства: природное (естественное), культурно-историческое, рекреационное, сервисное, этническое (антропологическое), событийное, мифологическое и научное.

Исходя из типа туристского пространства, следует проектировать разные туристские продукты. Так, для природного туристского пространства подойдут проекты, направленные на развитие активных видов отдыха, природо-ориентированных туристских маршрутов, а в ООПТ – создание экологических троп. При проектировании культурно-исторического туристского пространства важно разрабатывать проекты не только вовлечения в туристскую деятельность историко-культурных объектов, но и священных мест. В рекреационном туристском пространстве основное внимание должно быть уделено строительству объектов, связанных с восстановлением духовных и физических сил человека, рекреационных туристских маршрутов. Проектирование сервисного туристского пространства предусматривает создание новых коллективных средств размещения, питания, логистики, а также мероприятий по повышению имиджа территории. Проектирование этнического туристского пространства связано с разработкой проектов по изучению истории, культуры и традиций местного населения, национальной кухни, народных промыслов, этнических деревень и парков и пр. Разработка событийных мероприятий, выставок, ярмарок и других являются основными при проектировании событийного туристского пространства. Проектирование

мифологического туристского пространства включает проекты, посвященные легендам, народным преданиям, фольклору. Наконец, проекты научного пространства должны базироваться на научном и образовательном потенциале территории и быть посвящены новым образовательным программам, стажировкам, мастер-классам и т. п.

Существует немало разного рода технологий и подходов к проектированию туристского пространства. При этом, по нашему мнению, при выборе того или иного подхода или технологии необходимо учитывать тип туристского пространства. Вместе с тем нельзя использовать только один какой-то подход или технологию, следует применять их комбинации, что позволит учесть недостатки одних и применять преимущества других технологий и подходов.

При проектировании туристского пространства любого типа необходимо использовать *системный и структурный подходы*. Поскольку туристское пространство представляет собой геосистему, элементы которой находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости, то применение этих подходов не подлежит сомнению. В связи с этим важно выделить все составные компоненты системы, установить взаимосвязи между ними, проанализировать воздействие внешней среды, предусмотреть изменение характеристик элементов в будущем с учетом социальных, экономических и экологических последствий их функционирования.

Геосистема формируется под воздействием множества факторов природного, экономического, социального, демографического и прочего характера. Это влияние изучается не только географическими науками, но и экономикой, экологией, историей, социологией и др. Поэтому при проектировании туристского пространства важно применять *междисциплинарный подход*, базирующийся на использовании знаний, теории и методов других дисциплин.

Целью проектирования туристского пространства является рост туристского потока на данную территорию за счет повышения ее привлекательности. Достижению этой цели способствует *маркетинговый подход*. Формирование положительного имиджа пространства, разработка его бренда, сопровождаемые разработкой единой маркетинговой стратегии продвижения, способствуют усилению позиционирования туристского пространства на потенциальных и целевых рынках, повышению его конкурентоспособности. Однако в этом случае важно учитывать интересы местного сообщества.

В связи с тем, что на территории пространства происходит объединение предприятий и организаций, относящихся к разным отраслям хозяйства, но занимающихся туристско-рекреационной деятельностью, правомерен *кластерный подход*. Создание кластера ведет к концентрации таких учреждений на определенной территории, поэтому его применение содействует получению синергетического эффекта от совместной деятельности этих предприятий и организаций, повышению конкурентоспособности туристского пространства.

Не только туристское пространство в целом, но и отдельные его элементы выполняют те или иные функции, поэтому следует применять *функциональный подход*. Любой объект осуществляет одну или нескольких функций в геосистеме. В связи с этим должен быть составлен подробный перечень функций, которые будут выполняться этими объектами, входящими в тот или иной тип туристского пространства.

При проектировании туристского пространства следует использовать *технологии зонирования территории* в соответствии с типом пространства. Данная технология способствует выделению функциональных зон на территории: природной, культурно-исторической, этнической, рекреационной, событийной и др. Благодаря этому можно оптимизировать и рационально распределить инвестиционные ресурсы между зонами,

формировать специализированные туристские продукты, разработать генеральный план развития территории.

Одним из важнейших подходов к проектированию туристского пространства является *картографический подход*, позволяющий создание серии специальных карт, дать оценку и анализ территории с их помощью. Благодаря картам можно показать размещение различных объектов по территории, что способствует осуществлению пространственного анализа эффективности размещения этих объектов.

В современных условиях резко возросло значение применения *цифровых технологий* при проектировании туристского пространства. Использование цифровых платформ, мобильных приложений, интерактивных карт и онлайн-сервисов, информационных систем и других цифровых технологий повышает доступность туристской информации, основанной на огромной базе данных, и способствует росту туристской привлекательности территории. Для картографирования туристского пространства, размещения объектов, анализа туристского потенциала и моделирования потоков туристов следует использовать ГИС-технологии.

Проектирование любого типа туристского пространства невозможно без применения *комплексного подхода*. Его применение обусловлено необходимостью учета всей совокупности факторов, под действием которых происходило формирование и развитие конкретной туристской территории, комплекса всех ресурсов, образующих ее туристско-рекреационный потенциал. При этом проектирование туристского пространства осуществляется также на базе всестороннего анализа функциональных, инфраструктурных, социально-экономических, экологических и других аспектов.

Проектирование маршрутов, событийных мероприятий, туристских объектов и др. обязано проводиться в соответствии с нормативными документами, удовлетворять требованиям качества и безопасности. В связи с этим важно изучение предпочтений потребителей и их корректировка на основе обратной связи, осуществление мониторинга конкурентной среды и методов контроля.

Проектирование туристского пространства не ограничивается применением вышеперечисленных подходов и технологий. Их перечень гораздо шире, но в любом случае необходим учет особенностей функционирования того или иного типа туристского пространства.

Таким образом, туристское пространство представляет собой часть геопространства. В его основе лежит территориальная систем, состоящая из взаимосвязанной совокупности элементов туристско-рекреационной сферы. Туристское пространство неоднородно и выделяют несколько его типов. При проектировании туристского пространства применяют целую совокупность взаимодополняющих разнообразных подходов и технологий.

1. Алаев Э. Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М., 1983. 350 с.
2. Вишневская Е. В., Павлов И. С. Организация туристских пространств урбанистической среды // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : материалы VII Международной Интернет-конференции. Орел, 2018. С. 238-242.
3. Джанджугазова Е. А. Туристско-рекреационное проектирование. М., 2016. 272 с.
4. Зорин И. В. Аксиологическое пространство как предметная область педагогики туризма // Теория и практика физической культуры. 2000. № 8. С. 10-15.
5. Иванова Р. М., Скроботова О. В., Золотухина В. А. Определение подходов к проектированию туристских пространств сельских территорий на примере Липецкой области // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2024. № 11. С. 242-248.

6. Котельников Д. А. Туристские территории в структуре туристско-рекреационного пространства региона: идентификация, определение границ, признаки // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 3. С. 136-143.
7. Кружалин В. И., Мажар Л. Ю. Межрегиональные туристские проекты: актуальные проблемы формирования и перспективы развития // Вестник Московского государственного областного университета. Естественные науки. 2019. № 2. С. 4–53.
8. Кружалин В. И., Мажар Л. Ю. Геосистемный подход к освоению туристского пространства в контексте устойчивого развития внутреннего туризма в России // Географическая среда и живые системы. 2023. № 4. С.7-19.
9. Туристские регионы и зоны. URL: <https://mydocx.ru/8-83924.html> (дата обращения: 24.02.2026).
10. Туристское пространство и туристская территория. URL: <https://helpiks.org/3-12006.html> (дата обращения: 24.02.2026).
11. Шарафутдинов В. Н., Онищенко Е. В. «Туристское пространство» как понятие: научные подходы к исследованию // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2020. Т. 22. № 2. С. 28-39.



Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№131, Март 2026

(Часть 2)

Подписано в печать 17.03.2026. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.6,21
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»