МЕЖВУЗОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Москва, 2026

Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы
Межвузовского международного
конгресса

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Москва, 2026

ББК 65

В42

Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 1 октября 2026 г.). / Отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. — Москва: Издательство Инфинити, 2026. — 167 с.

В42

DOI 10.34660/INF.2026.36.83.117

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

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

ББК 65

© Издательство Инфинити, 2026
© Коллектив авторов, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Динамика вариабельности ритма сердца у иностранных студентов медицинского вуза в процессе учебной нагрузки
Кашина Юлия Викторовна, Чередник Ирина Леонидовна, Манилова Ольга Юрьевна, Бахова Альбина Аскарбиевна, Онищенко Яна Геннадьевна *8*

Адаптация иностранных студентов в зависимости от темперамента
Кашина Юлия Викторовна, Чередник Ирина Леонидовна, Манилова Ольга Юрьевна,Бахова Альбина Аскарбиевна *13*

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Сравнительный анализ водного баланса, интенсивной терапии детей с тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмой в периоды 2016–2021 гг и 2022–2024 гг.
Мухитдинова Хура Нуритдиновна, Насимов Собир Тахирович, Дадаева Еркиной Исакджановна *17*

Эндодонтическая инфекция и ее связь с клинико-морфологическими проявлениями хронических периодонтитов
Педорец Александр Петрович, Пиляев Андрей Геннадьевич, Терпигорьева Лилия Павловна, Катмаев Денис Юрьевич *27*

Сравнение когнитивных функций и качества жизни у пациентов пожилого возраста в зависимости от наличия хронического болевого синдрома
Попов Сергей Юрьевич, Колягин Алексей Анатольевич, Васильева Людмила Валентиновна. *35*

Полиморфизм генов, участвующих в развитии артериальной гипертензии у лиц молодого возраста
Химич Антонина Иосифовна, Киреева Виктория Владимировна, Кириенко Анна Николаевна. Опанасюк Галина Семеновна. *43*

Наследственные факторы риска прогрессирования хронической нефропатии: популяционно-генетический анализ протромбогенных полиморфизмов и нарушений обмена фолатов
Химич Антонина Иосифовна, Егорова Татьяна Владимировна, Гаджиев Гаджимагомед Джамалутдинович, Анохина Светлана Анатольевна *52*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Повышение точности решения задач теплоэнергетики с помощью метода Лагранжа
Кошумбаев Марат Булатович, Диханбаев Баянды Ибрагимович, Исатаева Акмарал Кияловна 58

Повышение энергоэффективности водогрейного оборудования на базе инновационных вакуумных котлов и струйных горелок
Кошумбаев Марат Булатович, Диханбаев Баянды Ибрагимович, Есентай Хаким Танатулы 66

Приведение недопустимых решений к допустимому множеству при метаэвристическом синтезе компоновки визуально-текстового представления
Мурашов Леонид Максимович 77

Перспективы развития систем электроснабжения с применением систем компенсации реактивной мощности
Горин Алексей Игоревич 85

Зависимость гигроскопических и сорбционных свойств домашнего текстиля от природы волокна как фактор обеспечения его биологической безопасности
Гадалов Павел Евгеньевич 92

Двухканальный усилитель мощности Wi-Fi диапазона
Стрелковский Константин Андреевич, Разинкин Владимир Павлович, Уляшин Александр Федорович 102

Система химикатов для предупреждения липких отложений при использовании макулатурной массы на потоке картоноделательной машины
Пепелин Михаил Анатольевич, Осипов Павел Васильевич 112

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Развитие цифровизации на различных видах транспорта и образовании
Лоскутова Наталья Ивановна 116

Сопоставление задач и функций производственной безопасности
Комаров Сергей Михайлович, Шумкин Алексей Павлович 124

Угроза имущественной безопасности предприятия и её виды
Комаров Сергей Михайлович, Жигулёв Александр Константинович 129

Российская нефть на индийском рынке в условиях санкций
и глобальной нестабильности
Чеснокова Светлана Викторовна *133*

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Преподаватель как фасилитатор: новая роль педагога в современной
образовательной парадигме
*Ормушев Асан Сулайманович, Кокомбаев Кубатбек Султаналиевич,
Мусакулов Таирбек Маматович, Мамытова Лунара Улукбековна* *152*

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Степень изученности детской литературы Кольского Севера:
обзор источников и исследований
Арих Елена Андреевна. *162*

DOI 10.34660/INF.2026.30.74.019

ДИНАМИКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

Кашина Юлия Викторовна
доктор биологических наук, профессор
Чередник Ирина Леонидовна
доктор медицинских наук, профессор
Манилова Ольга Юрьевна
кандидат биологических наук, доцент
Бахова Альбина Аскарбиевна
ассистент
Онищенко Яна Геннадьевна
ассистент
Кубанский государственный медицинский университет

Аннотация: *Предварительная диагностика текущего функционирования организма и адаптационных возможностей среди иностранных студентов, осваивающих образование в непривычной среде и сталкивающихся с интенсивной учебной нагрузкой, представляет собой ключевую задачу, позволяющую оперативно обнаруживать состояния, предшествующие патологии и эффективно поддерживать здоровье студентов.*

Ключевые слова: *вариабельность ритма сердца, иностранные студенты, регуляторно-адаптивный механизм*

Annotation: *Pre-diagnosis of the current functioning of the body and adaptive capabilities among foreign students who are learning in an unfamiliar environment and facing intense academic loads is a key task that allows for the prompt detection of conditions that precede pathology and the effective maintenance of students' health.*

Keywords: *heart rate variability, foreign students, regulatory-adaptive mechanism.*

Введение. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) характеризует колебания длительности интервала между соседними ударами сердца в течение заданного временного периода. ВСР также рассматривается как заметные

отклонения частоты пульса либо интервалов R-R относительно усредненных показателей. Изучение вариабельности сердечного ритма позволяет оценить работу регулирующих систем человеческого организма, включая общую активность управляющих процессов и баланс между активностью симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы [3].

Итогом сложной многоступенчатой реакции системы управления кровообращением становится динамическая работа симпатической и парасимпатической нервных ветвей, непрерывно корректирующих свои характеристики для формирования наиболее подходящего организму адаптивного отклика, отражающего общий уровень адаптации всего организма. Ключевое значение для сохранения жизнеспособности и единства организма имеет сердечно-сосудистая система. Она организована как сложная многоуровневая структура, где приоритет каждого элемента зависит от текущих нужд организма. Система кровообращения служит связующим элементом, объединяя процессы самостоятельной настройки сердечного ритма и внутреннего самоуправления [2, 4].

Вопрос успешной интеграции зарубежных учащихся в непривычные социальные, культурные и природные условия остается значимым аспектом деятельности любого вуза. Особые обстоятельства учебного процесса, осложняемые языковыми трудностями, формируют стрессовую ситуацию, увеличивающую нагрузку на организм и его компенсаторные способности. Исследование вариабельности сердечного ритма широко применяется для анализа влияния регуляторных факторов на деятельность сердца и потенциальных ресурсов адаптационной системы. Чтобы изучить способность организма приспосабливаться к изменениям внешней среды, применяют специальные тесты, включающие физическую активность, перемещение тела в пространстве, контроль дыхания и прочие методы.

Оценивая изменения вариабельности сердечного ритма при выполнении этих тестов, специалисты могут определить масштаб изменений в работе вегетативной нервной системы и сделать выводы о запасах прочности адаптационного механизма. В последние годы в Кубанском государственном медицинском университете увеличилось число студентов из Индии, однако их функциональные особенности и возможности адаптации ранее не были предметом исследований. Несмотря на отсутствие обширных научных публикаций о данной категории студентов, необходимость изучения этих вопросов представляется несомненной и практически значимой [1].

Целью исследования было определить характерные изменения в функционировании регулирующих и приспособительных систем у иностранных студентов-медиков первого курса путем изучения вариаций частоты сердцебиения на старте и завершении учебного периода.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 150 иностранных учащихся первого курса лечебного факультета, возраст которых составил 18–19 лет независимо от пола, наблюдение осуществлялось в начале и конце учебного процесса. Оценка изменений частоты сердечных сокращений выполнялась с использованием профессионального программного комплекса «Поли-Спектр-Ритм». Изучение вариаций сердцебиения выполнялось согласно методикам В. М. Михайлова с дополнением анализа по И. В. Бабунцу и коллег, путем расчета индексов статистического, спектрального (общая мощность спектра, высокочастотный компонент, низкочастотный компонент, сверхнизкочастотный компонент) анализа и вариационной пульсометрии (модус распределения, амплитуда моды, индекс напряжения).

Обработку полученных результатов осуществляли с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2016, Statistica v.10 параметрическими методами. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости <0,05.

Результаты и обсуждение. Сердечно-сосудистая система, регулируемая взаимодействием симпатической и парасимпатической нервных ветвей, служит не только основой гомеостаза, но и механизмом приспособления организма к окружающей среде путём активации внутренних резервов. Установлены различия в характеристиках вариабельности сердечного ритма у студентов с разным типом реакции на адаптацию. Параметры временного анализа у студентов с оптимальной адаптацией сохранились неизменными, в то время как у учащихся с недостаточной адаптацией отмечалась тенденция к ухудшению указанных показателей: rMSSD в конце года изменился с 23,4±0,5 до 18,8±0,5 (<0,001) PNN50 % с 1,4±0,07 до 0,50±0,03 (<0,001), что указывало на снижение активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

Значения вариационного пульсометрического анализа, такие как Мо и АМо, указывают на умеренный сдвиг активности в сторону симпатического отдела вегетативной нервной системы у всех обследуемых. Относительно индекса напряжения (ИН), характеризующего степень влияния центральной регуляции на функционирование сердца, выяснилось следующее: изначально у студентов с успешной адаптацией показатель был значительно ниже (47,2±0,6), в отличие от учащихся с затруднённой адаптацией, у которых он составлял 127,2±6,9. К концу учебного года этот показатель стабилизировался на нормальном уровне (79,6±0,9), что свидетельствует о высоком потенциале организма выдерживать стрессовые воздействия физического, эмоционального и психического характера. Значительное увеличение индекса напряжения до уровня 227,2±3,4 (<0,001) к финалу ежегодного образовательного процесса среди студентов с низкой степенью адаптации демонстрирует развитие состояния дистресса. Это означает, что хотя организм успешно

преодолевает нагрузки, он вынужден расходовать чрезмерное количество энергии, что ведет к постепенному исчерпыванию внутренних ресурсов и снижению способности эффективно реагировать на дальнейшие стрессы.

Спектральный анализ показал снижение общей мощности спектра (TP) у обоих исследуемых коллективов к завершению учебного периода. У студентов с наилучшей адаптацией значение TP сократилось с начального показателя 3120,9±28,9 до конечного результата 3019,6±34,7 (<0,001), тогда как у студентов с худшими показателями адаптации аналогичный показатель снизился с 751,0±13,7 до 596,1±7,9 (<0,001). Компонент высокочастотного спектра (HF%), связанный с активностью парасимпатической нервной системы, продемонстрировал рост у студентов с хорошей адаптацией, увеличившись с 39,7±0,5 до 46,9±0,2 (<0,001). Напротив, у тех, чья адаптация была слабее, наблюдалось значительное уменьшение HF%, опустившееся с 33,7±0,7 до 21,2±0,5 (<0,001).

Параметр низкочастотного компонента спектра (LF%), отражающий активность симпатической части автономной нервной системы, также снижался у представителей обеих групп. Так, у студентов с выраженной способностью к адаптации он упал с 27,2±0,3 до 24,1±0,3 (<0,001), а у студентов с низким уровнем адаптации зафиксирован спад с 22,3±0,2 до 19,4±0,3 (<0,001). Эти изменения свидетельствуют о снижении роли симпатического отдела в управлении сердечно-сосудистой системой. Анализ спектра крайне низких частот (VLF%) выявил разнонаправленные тенденции: у студентов с высокой степенью адаптации произошло снижение значений с 33,7±0,4 до 29,5±0,5, тогда как у студентов с недостаточной адаптацией зафиксировано повышение с 46,1±0,6 до 62,6±0,4 (<0,001). Такие изменения указывают на повышенную нагрузку механизмов адаптации именно у последней категории обучающихся. Установлено, что величина параметра VLF% имеет прямую зависимость от степени психоэмоционального стресса и текущего функционирования мозговых структур. Рост показателей чрезвычайно низкочастотных колебаний (VLF%) одновременно со снижением активности низкочастотного диапазона (LF%) у студентов с ограниченными возможностями адаптации свидетельствует о подключении высших уровней центральной регуляции.

Заключение. Исходные характеристики вариабельности сердечного ритма демонстрируют, что регулярная образовательная деятельность в течение всего учебного года оказывает влияние на вегетативные процессы, вызывая соответствующие сдвиги как у студентов с высоким уровнем адаптации, так и у тех, чьи адаптационные возможности ограничены. Большинство характеристик вариабельности сердечного ритма демонстрировало тенденцию к усилению влияния парасимпатической системы у студентов с высокими адаптационными способностями к концу учебного года, в то время как

у студентов с недостаточными адаптационными ресурсами отмечалось преобладание активности симпатического отдела нервной системы.

Список литературы:

1. Кашина Ю. В., Покровский В. М. Регуляторно-адаптивные возможности студентов: моногр. / ФГБОУ ВО «КубГМУ» Минздрава России. Майкоп: Изд-во «Магарин О. Г.». 2022. 110 с.

2. Юматов Е. А. Психофизиология эмоций, эмоционального стресса и адаптации студентов медицинских университетов: Монография / Е. А. Юматов, Ю. В. Кашина, И. Л. Чередник.– Москва: Спутник +, 2024.– 265 с.– ISBN 978-5-9973-6792-3.– EDN SGODFD.

3. Интегративная оценка функционального состояния здоровых девушек в зависимости от фазы и продолжительности менструального цикла / Г. А. Пенжоян, Ю. В. Кашина, В. Г. Абушкевич, В. М. Покровский // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина.– 2019.– Т. 23, № 2.– С. 141–146.– DOI 10.22363/2313–0245–2019–23–2–141–146.– EDN HXPRDU.

4. Кашина Ю. В. Оценка адаптации студентов в начале и в конце учебного года по вариабельности ритма сердца / Ю. В. Кашина // Фундаментальные исследования.– 2014.– № 10–3.– С. 514–517.– EDN STJFXZ.

DOI 10.34660/INF.2026.30.87.092

АДАПТАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАМЕНТА

Кашина Юлия Викторовна
доктор биологических наук, профессор
Чередник Ирина Леонидовна
доктор медицинских наук, профессор
Манилова Ольга Юрьевна
кандидат биологических наук, доцент
Бахова Альбина Аскарбиевна
ассистент
Кубанский государственный медицинский университет

Аннотация. *В данной работе приведены данные о физиологических реакциях у англоязычных студентов в ответ на учебные нагрузки и стресс, а также уделяется отдельное внимание их влияния на процесс обучения и на состояние здоровья. Акцент сделан на влияние темперамента, как индивидуальной особенности, на адаптацию к учебе. Полученные данные необходимы для оптимизации учебного процесса с учетом физиологических особенностей студентов.*

Ключевые слова: *типы темперамента, регуляторно-адаптивные возможности студентов.*

Abstract. *The paper presents research on the physiological responses of foreign students to academic workload and stress, emphasizing their importance for improving educational approaches and maintaining health. Special attention is given to the influence of temperament as an innate characteristic on adaptation to academic activities. The results are intended to help optimize the educational process by taking into account the individual physiological characteristics of students.*

Key words: *temperament types, regulatory and adaptive capabilities, students.*

Введение. Вопрос адаптации иностранных студентов к новым для них условиям в стенах высшей школы на данный момент является крайне актуальным в области физиологии, педагогики, психологии высшего образования.

Возможность студентов быстро адаптироваться к образовательной среде и к требованиям, предъявляемым выбранной специализации, указывает на психологическое здоровье, на личностную зрелость, дает фундамент для дальнейшего роста, не только профессионального, но и личностного. Адаптация студентов к условиям жизни в университете сложный процесс, в рамках которого осуществляется принятие правил и традиций учебного сообщества, «вливание» в студенческий коллектив, принятие его ценностей, психологических особенностей и интересов [1, 4].

Ряд исследований в области физиологии и психологии указывают на то, что индивидуальные особенности личности оказывают непосредственное влияние на процесс обучения, воспитания, формирование профессиональных навыков.

Материалы и методы. В начале и в конце учебного года было организовано исследование у иностранных студентов второго курса для выявления типов темпераментов с целью определения их психологических типов. Был использован опросник Айзенка, проведен сравнительный анализ типов темпераментов, определен показатель регуляторно-адаптивного статуса [2, 3].

Результаты и обсуждение. В конце учебного года у студентов с ярко выраженными типами темпераментов было отмечено снижение адаптационных возможностей. К этому моменту справляться со стрессом и приспосабливаться к новым условиям испытуемым было сложнее, по сравнению с началом исследования. У студентов флегматиков видно снижение показателя регуляторно-адаптивного статуса на 17,1 %, что сопровождалось сужением диапазона СДС. Таким образом, общий уровень регуляторно-адаптивных способностей у испытуемых с высокого уровня снизился до хорошего. У студентов сангвиников индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) понизился на 64,8 %, за счет этого регуляторно-адаптивные возможности значительно понизились – с высокого до удовлетворительного уровня.

Значительное понижение индекса регуляторно-адаптивного статуса – на 50,2 % отмечено у студентов с холерическим типом темперамента, а время для достижения синхронизма увеличилось на 35,4 %, в следствие чего уровень регуляторно-адаптивных возможностей у студентов снизился с хорошего до удовлетворительного.

У студентов с меланхолическим типом темперамента индекс регуляторно-адаптивных способностей понизился на 61,8 %, время достижения синхронизма увеличилось на 42,1 %, что привело к снижению уровня адаптивных способностей с удовлетворительно до низкого.

Испытуемые со смешанными типами темпераментов к концу учебного года показали сдвиги, сходные с теми, которые наблюдались у их сверстников с классическими типами темпераментов. Снижение индекса ИРАС

на 21,5 % было у студентов, сочетающих в себе черты двух типов темпераментов – флегматика и сангвиника, в это же время синхронизация снижается на 10,4 %, однако их регуляторно-адаптивные механизмы сохранились на прежнем высоком уровне.

Студенты, у которых тип темперамента сочетает признаки флегматика и меланхолика, показывают выраженное снижение индекса регуляторно-адаптивных способностей на 63,4 %, также интервал СДС уменьшается на 37,8 %, в итоге этих изменений индекс регуляторно-адаптивных способностей понизился с высокого до удовлетворительного.

Снижение индекса регуляторно-адаптивного статуса на 55,7 % отмечалось у студентов, обладающих сочетанием двух типов темпераментов – сангвиник и холерик, при этом интервал синхронизации уменьшился на 33,5 %, в следствие чего адаптивные возможности организма снизились с удовлетворительного до низкого уровня.

Студенты, обладающие смешанным типом темперамента меланхолик/холерик, показали снижение индекса регуляторно-адаптивного статуса на 65,7 %, а также сокращение диапазона сердечно-дыхательного синхронизма на 50,1 %.

Высокий уровень адаптации характерен для студентов флегматиков и сангвиников, а также для смешанных типов темпераментов – флегматик/сангвиник, флегматик/меланхолик. Меньший уровень адаптации показали испытуемые со следующими типами темпераментов: меланхолики, холерики, смешанные типы – сангвиник/холерик, меланхолик/холерик. У студентов из этих четырех групп были сложности с адаптацией к воздействию стрессовых факторов, особенно к учебным нагрузкам, а также подвержены риску дезадаптации.

В процессе исследования были сопоставлены возможности адаптации студентов с различными видами темперамента к учебному процессу на основе изменений регуляторно-адаптивного статуса в начале и конце учебного года. Студенты, у которых изначально был высокий уровень адаптивности, было видно снижение регуляторно-адаптивных функций – их показатели снизились с высокого до хорошего уровня на 41,8 %, уменьшение диапазона синхронизации на 22,1 % и увеличение времени синхронизации на 36,6 %.

Заключение. Выявлено, что степень адаптации организма к изменению окружающей среды зависит от индивидуальных особенностей нервной системы, от ее возможностей к быстрой перестройке. Указанные процессы находятся под контролем коры головного мозга и других ее структур. При этом у студентов с типами темпераментов флегматик/сангвиник и флегматик в конце учебного года наблюдалось минимальное снижение ИРАС, что указывает на наличие более устойчивых регуляторно-адаптивных способностей. У холериков, меланхоликов и студентов со смешанным типом

темперамента – меланхолик/холерик наблюдался наиболее выраженный процент снижения показателя ИРАС.

Список литературы.

1. Дополнительный показатель для оценки уровня адаптации / В. М. Покровский, Ю. В. Кашина, В. Г. Абушкевич, Е. Г. Таценко // Медицинский вестник Северного Кавказа.– 2019.– Т. 14, № 1–1.– С. 57–60.– DOI 10.14300/mnnc.2019.14049.– EDN OBFMGF.

2. Кашина, Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов: Монография / Ю. В. Кашина, В. М. Покровский.– Майкоп: Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2022.– 110 с.– ISBN 978-5-91692-930-0.– EDN RAIIUI.

3. Кашина, Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов с разным самочувствием, активностью, настроением в начале и в конце учебного года / Ю. В. Кашина // Фундаментальные исследования.– 2011.– № 11–2.– С. 303–306.– EDN OUIDKJ.

4. Assessment of the level of anxiety as an indicator of regulatory-adaptive capabilities of students to educational load in higher educational institution / Ju. V. Kashina, Iu. V. Gluzman, M. A. Vaskov [et al.] // PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/ Egyptology.– 2020.– Vol. 17, No. 6.– P. 743–752.– EDN XWDEUQ.

DOI 10.34660/INF.2026.31.15.199

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДНОГО БАЛАНСА, ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ В ПЕРИОДЫ 2016–2021 ГГ И 2022–2024 ГГ.

Мухитдинова Хура Нуритдиновна
доктор медицинских наук, профессор
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников
Насимов Собир Тахирович
кандидат медицинских наук, заведующий отделением
Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи
Дадаева Еркиной Исакджановна
анестезиолог-реаниматолог
Наманганский филиал Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи

Аннотация. *Обнаружена общая тенденция к улучшению выделительной функции почек во 2 группе. Во 2 группе в отличие от 1 группы обнаружено коррегирующее влияние СОЖ на параметры гемодинамики: наклонность к уменьшению ЧСС, ПМК, МОК. Во 2 группе оказалась более выраженной стабильность гемодинамики при том же объеме суточной водной нагрузки, повышение эффективности антибиотикотерапии. Выявлено благоприятное влияние на гемодинамику и выделительную активность почек увеличения сосудорасширяющей седативной терапии. На 11–30 сутки все сильные корреляционные связи существенно уменьшались. Факторами, приводившими к ослаблению закономерных корреляционных связей на фоне стабильного водного баланса, вероятнее всего, являются истощение энергетических ресурсов, недостаточная эффективность восстановления регулирующей функции поврежденной травмой и оперативным вмешательством ЦНС, большая площадь деструктурированной мозговой и внецеребральной ткани с низкой способностью к регенерации.*

Ключевые слова: *водный баланс, интенсивная терапия, тяжелая сочетанная черепно-мозговая травма, дети.*

Актуальность. Несмотря на многочисленные исследования ТСЧМТ по изучению этиопатогенеза, компенсаторных механизмов, особенностей клинических проявлений, прогнозированию, летальности, позволившим существенно повысить эффективность оказания неотложной помощи, уменьшить летальность, степень инвалидизации, ведение травмированных детей, особенно раннего возраста в условиях ОРИТ остается серьезной проблемой в связи с недостаточностью информации в литературе, касающейся возможности уменьшить вторичные повреждения головного мозга, повысить эффективность лечения, снизить степень инвалидизации, расширить возможности возвращения в социальное общество. Одной из многочисленных проблем остается информативность непрерывного пролонгированного мониторирования, корректное ведение тяжелых травмированных детей после ТСЧМТ [1–3].

Цель работы. Изучить, провести сравнительный анализ водного баланса, интенсивной терапии детей с тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмой в периоды 2016–2021 гг и 2022–2024 гг.

Материал и методы исследования. Находившиеся на стационарном лечении в РНЦЭМП в 2016–2021гг 57 детей (1 группа) и в 2022–2024 годах по поводу СТЧМТ 37 детей (2 группа) поступили в клинику с связи с ДТП и падением с высоты. Каждая группа больных изучалась в 3 подгруппах. Травмированные пациенты 1 группы изучались в рандомизированных подгруппах: в 1 подгруппе (21) по показаниям проведена консервативная терапия, детям 2 подгруппы (22) по показаниям осуществлены внечерепные хирургические коррегирующие операции, 14 пациентам 3 подгруппы по показаниям выполнены черепные и внечерепные хирургические вмешательства. Пациенты 2 группы были представлены в 1 подгруппе без операции 14 детей, внечерепные операции проведены 16 пациентам, в первые часы поступления по показаниям выполнены черепномозговые + внечерепные операции с участием нейрохирурга, полостного хирурга, травматолога 7 детям. Существенных различий по возрасту между группами не выявлено. Мониторирование осуществлялось комплексной почасовой регистрацией параметров температуры тела, гемодинамики, дыхания, объема инфузионной терапии, выделительной функции почек. Механическая респираторная поддержка начиналась искусственной вентиляцией легких (ИВЛ) в течение короткого времени с последующим переводом на SIMV.По мере улучшения состояния, стабилизации гемодинамики, дыхания, восстановлении рефлексов, сознания больные переводились в профильное отделение.

Изучение возрастных характеристик позволило констатировать в 1 группе 1 подгруппе колебание возраста в пределах 5,0±3,5 лет. Во 2 и 3 подгруппах 1 группы отмечена тенденция к увеличению до 6,3±3,7 лет и 6,4±4,0 лет. Средние значения возраста травмированных детей по подгруппам во 2

группе обнаружил в 1 подгруппе тенденцию преобладания среднего возраста на 104% (p>0,05), во 2 подгруппе на 60% (p>0,05), в 3 подгруппе на 93% (p>0,05) (таб.1). В связи с отсутствием достоверности выявленных различий мы сочли возможным считать данные группы рандомизированными.

Таблица 1. Средний возраст в подгруппах в годах.

Группы	1 подгруппа	2 подгруппа	3 подгруппа
1	5,0±3,5	6,3±3,7	6,4±4,0
2	10,2±3,7	10,1±4,4	12,4±3,2

Результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ состава изучаемых групп привел к выявлению в 1 группе преобладание количества детей раннего возраста (32%), относительно 2 группы, где травмированных в возрасте до 3 лет оказалось всего 6%. Во 2 группе количество пациентов старше 7 лет оказалось на 46% больше, чем в 1 группе (таб.2).Выявленные особенности существенно не сказались на результатах исследования.

Таблица 2. Характеристика детей ТСЧМТ по полу и возрасту

группы	подгруппы	1,5г – 3 г	3,1–7 лет	7,1–18 лет	мальчики	девочки	всего
1	1	15% (8)	10% (6)	12% (7)	19% (11)	18% (10)	37% (21)
	2	10% (6)	18% (10)	10% (6)	23% (13)	16% (9)	39% (22)
	3	6% (4)	9% (5)	9% (5)	23% (13)	1% (1)	24% (14)
всего		32% (18)	37% (21)	31% (18)	65%(37)	35% (20)	100% (57)
2	1	3% (1)	3% (1)	32% (12)	16% (6)	23% (8)	38% (14)
	2	3% (1)	11% (4)	29% (11)	27% (10)	15% (6)	43% (16)
	3	0	3% (1)	16% (6)	19% (7)	0	19% (7)
Всего		6% (2)	17% (6)	77% (29)	62% (23)	38% (14)	100% (37)

В динамике клинико-функционального мониторирования было констатировано в 1 группе более продолжительное (9 суток) лечение всех поступивших травмированных детей в 1 подгруппе, чем во 2 группе (3 суток) (рис. 1). 100% детей 2 подгруппы находились в ОРИТ 5 суток, во 2 группе 2 суток, 100% пациентов 3 подгруппы были в ОРИТ 5 суток, во 2 группе 2 суток. То есть, отмечена наклонность к сокращению времени выведения из критического нестабильного состояния во 2 группе. На 10е сутки в интенсивном-мониторировании нуждались 90% поступивших 1 группы и 25% травмированных детей 2 группы. На 28е сутки в ОРИТ оставались из пациентов 1 группы 1 подгруппы 10%, 2 группы 1 подгруппы 5%. Из больных 2 подгруппы в 1 группе на 28 сутки находились в ОРИТ 28%, из 2 группы – больных с внечерепными травмами в ОРИТ уже не было. Из пациентов 3 подгруппы

1 группы на 28е сутки находился в ОРИТ 21%, 3 подгруппы 2 группы 11% травмированных детей (рис. 2).

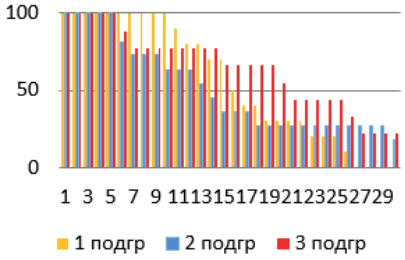


Рис. 1. Пациенты 1 группы по дням в %.

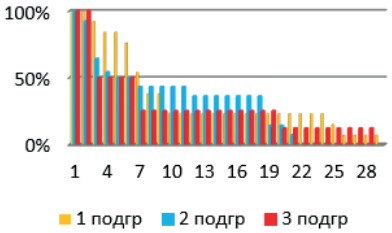


Рис. 2. Пациенты в % во 2 группе

В остром периоде первые 10 суток после травмы суточный объем жидкости (СОЖ) при консервативной терапии составил от 2110±247 мл/сут в 1 подгруппе до 2487±566 мл/сутки в 3 подгруппе (рис. 3,4). В последующие 11–30 сутки существенных изменений в водной нагрузке в 1,2,3 подгруппах не выявлено (рис. 5,6).

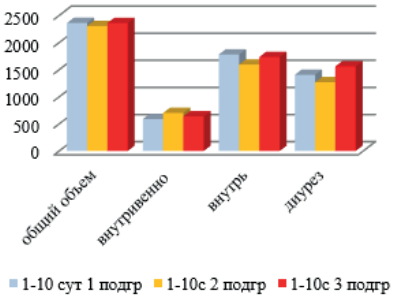


Рис. 3. Вод баланс в 1 группе 1–10 сут.

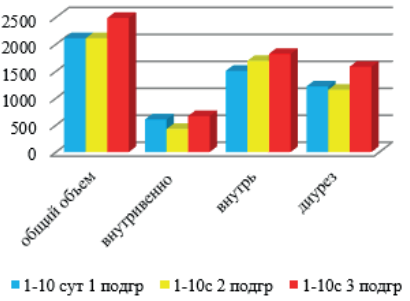


Рис. 4. 2 группа водный баланс в 1–10 сут.

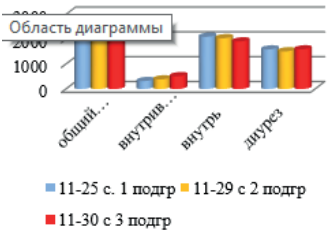


Рис. 5. Вод бал 1 группа 11–30 сут

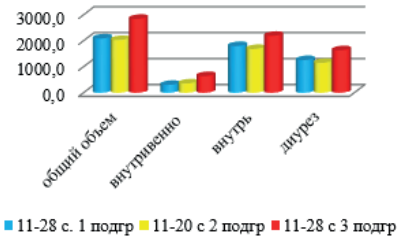


Рис. 6. 2 группа вод бал 11–28 сут.

В динамике существенных различий между показателями в 1 и 2 группах количества СОЖ, внутривенного, энтерального введения, а также выделительной активности почек не выявлено.

Таблица 3. Водный баланс в 1 группе, мл/сутки.

Сутки исследования	Под группы	Общий объем	Парентерально	Энтерально	Диурез
1–10	1	2360±216	588±122*	1778±265	1404±198*
1–10	2	2304±322	700±165*	1592±373	1268±246*
1–10	3	2357±278	636±122*	1732±260	1557±329*
11–25	1	2373±234	318±187*	2103±239	1593±223*
11–29	2	2534±369	387±163*	2044±167	1516±216*
11–30	3	2437±229	512±156*	1914±144	1596±214

*- отличие достоверно относительно общего объема ($p<0,05$).

В 1 группе 1 подгруппе объем парентеральнойинфузионной терапии в первые 10 суток в 1 подгруппе составил от суточного количества 25% с тенденцией к уменьшению до 16% за период 11–25 сутки. Во 2 подгруппе 1 группы количество внутривенного введения составило 31% от суточного количества с наклонностью к ограничению инфузии до 16%. В 3 подгруппе 1 группы в первые 10 суток внутривенно вводили в среднем 33% от суточного количества. После 11х суток средний объем внутривеннойинфузии составил 21% от суточного количества (таб.3).

Таблица 4. Водный баланс во 2 группе, мл/сутки

Сутки исследования	Под группы	Общий объем	Парентерально	Энтерально	Диурез
1–10	1	2110±247	605±190*	1506±360	1218±285*
1–10	2	2111±232	427±182*	1690±279	1155±151*
1–10	3	2487±566	667±294*	1820±300	1583±421
11–28	1	2087±304	297±156*	1795±259	1254±175*
11–20	2	2026±215	353±137*	1682±193	1145±139*
11–28	3	2844±352	637±283*	2189±353	1633±265*

*- отличие достоверно относительно общего объема ($p<0,05$).

Во 2 группе в первые 10 суток 1 подгруппе количество внутривенно введенного объема от суточного составило29%, во 2–20%, в 3 подгруппе – 27%. В последующие 11–28 сутки количество внутривенной инфузии

уменьшилось в 1 подгруппе до 15%, во 2 – до18%, в 3 подгруппе до 23% (таб.4). Функциональная активность мочевыделительной системы выражалась в 1 группе в первые 10 суток выделением 40% от суточного объема введения. Во 2 подгруппе 1–10 сутки выделилось 45%, в 3 подгруппе в тот же период 33% от введенного количества жидкости. В последующем после 11х суток лечения в 1 группе 1 подгруппе количество мочевыделения составило 33%, во 2 подгруппе 40%, в 3 подгруппе – 34%. То есть после 11х суток отмечена тенденция к уменьшению суточного диуреза в 1 группе 1 подгруппе на 7%, во 2 – на 5%, в 3 подгруппе наклонность к росту на 1% (таб. 3).

Во 2 группе 1 подгруппе в первые 10 суток объем мочевыделения составил 42%, во 2–45%, в 3 подгруппе – 34%.В последующие 11–28 сутки в 1 подгруппе мочевыделение составило 40%, во 2 подгруппе –42%, в 3 подгруппе –42% (таб.4). То есть после 11х суток отмечена наклонность к уменьшению на 2% в 1 подгруппе, на 3% – во 2, в 3 подгруппе выявлена наклонность к увеличению функции почек на 8%. Последнее нами расценено как повышение эффективности интенсивной терапии с улучшением дезинтоксикационной функции мочевыделительной системы в 3 подгруппе 2 группы. Таким образом, обнаружена общая тенденция к улучшению выделительной функции почек во 2 группе, вероятнее всего, связанная с более активной стресспротективной терапией, более активным применением сосудорасширяющих.

Анализ взаимовлияния водного баланса и медикаментозной коррекции привел к выявлению в 1 группе 1 подгруппе в первые 10 суток прямой корреляционной связи суточного объема (СОЖ) и антибиотикотерапии (0,75), СОЖ и метаболитной коррекции (0,9), СОЖ и сосудорасширяющих (0,66), которые в последующие 11–30 сутки значительно уменьшились. В 1 группе 1 подгруппе в 1–10 сутки выявлена сильная прямая связь СОЖ и уровня температуры тела (0,75). То есть дальнейшее увеличение введения жидкости повышало бы температурную реакцию. Выявленную особенность можно предположительно отнести к возрастной гидрофильности тканей и наклонности к отеку в младшем возрасте. В исследуемой группе дети раннего возраста составили 38% (таб.2). Во 2 группе в 1–10 сутки обнаружена прямая корреляционная связь суточной инфузии и АБ (0,76), СОЖ и метаболитной терапии (0,68), СОЖ и сосудорасширяющих (0,88). На 11–28 сутки увеличилась корреляционная связь между СОЖ и количеством седативной терапии (0,7), а также на высоком уровне корреляции сохранилась прямая связь СОЖ и сосудорасширяющих (0,73).Во 2 группе в отличие от 1 группы обнаружено коррегирующее влияние СОЖ и параметров гемодинамики. Так, обнаружены отрицательная корреляционная связь междуСОЖ и ЧСС (–0,7), СОЖ и ЧД (–0,63), СОЖ и ВТ (–0,67), СОЖ и ПМК (–0,6), СОЖ и МОК (–0,68),

СОЖ и УОК (–0,63), СОЖ и ОПСС (0,61), и уровнем температурной реакции (0,83).В последующие 11–28 сутки выявленные корреляционные связи существенно уменьшались. По-видимому, вводимый суточный объем воды являлся наиболее оптимальным для гемодинамики, выделительной активности почек, повышения активности дезинтоксикационной коррекции и нецелесообразно увеличивать СОЖ, в связи с риском перегрузки и развитием отека. Уменьшение СОЖ, как известно, чревато развитием дегидратации.

Таблица 5. Сравнительная оценка корреляционных связей 1 подгруппы в 1 и 2 группах

	1 группа			2 группа	
корсвсут об ж и лечения 1 группа	1–10 с	11–30 с		1–10 сут	11–28 сут
сутобъем ж/седат	0,36	-0,36	сутобъем ж/седат	0,05	0,70
сутобъем ж/ протвосп	0,09	-0,17	сутобъем ж/ протвосп	0,45	0,35
сутобъем ж/АБ	0,75	0,20	сутобъем ж/АБ	0,76	0,32
сутобъем ж/гепарин	0,54	0,51	сутобъем ж/гепарин	-0,94	-0,27
сутобъем ж/метаб	0,90	-0,09	сутобъем ж/метаб	0,68	0,40
сутобъем ж/ сосрасшир	0,66	-0,03	сутобъем ж/ сосрасшир	0,88	0,73
сутобъем ж/белки	-0,12	-0,12	сутобъем ж/белки	-0,05	-0,13
коррсв об обжти и гемодин					
1 подгр 1 группа	1–10 с	11–30 с		1 подгруппа	1 подгруппа
сутобъем ж/ЧСС	-0,16	0,53	сутобъем ж/ЧСС	-0,70	-0,05
сутобъем ж/ЧД	-0,10	-0,23	сутобъем ж/ЧД	-0,63	-0,52
сут объем ж/ВТ	-0,12	0,40	сут объем ж/ВТ	-0,67	0,33
сутобъем ж/ПМК	-0,17	0,44	сутобъем ж/ПМК	-0,60	-0,01
сутобъем ж/МОК	-0,10	0,46	сутобъем ж/МОК	-0,68	0,32
сутобъем ж/УОК	-0,16	0,27	сутобъем ж/УОК	-0,63	0,33
сутобъем ж/СрАД	0,19	-0,02	сутобъем ж/СрАД	0,38	-0,13
сутобъем ж/ПАД	0,06	0,56	сутобъем ж/ПАД	0,40	0,51
сутобъем ж/ДАД	0,10	-0,60	сутобъем ж/ДАД	0,41	-0,27
сутобъем ж/САД	0,34	-0,38	сутобъем ж/САД	0,51	0,14
сутобъем ж/ОПСС	0,19	-0,54	сутобъем ж/ОПСС	0,61	-0,29
сут объем ж/Т	0,75	-0,01	сут объем ж/Т	0,83	0,38

Во 2 подгруппе детей 1 группы выявлена прямая корреляционная связь СОЖ и метаболитной терапии (0,88), с гепарином (0,6) и обратная связь СОЖ и количеством введенных белковых препаратов(–0,71). Проводимая

коррекция водного баланса проявила тенденцию коррегирующего влияния на параметры гемодинамики. Так, во 2 подгруппе 1 группы вводимый СОЖ вызвал тенденцию к урежению ЧСС (–0,49), уменьшению ВТ (–0,65), уменьшению ПМК (–0,41), уменьшению МОК (–0,56),, уменьшению УОК (–0,52). После 11х суток интенсивной терапии на фоне усиления тенденции стимулирующего влияния седативной терапии (0,59) выявленные ранне корреляционные связи существенно уменьшались. В 2 подгруппе 2 группы в первой декаде наблюдения обнаружены несколько отличающиеся от 1 группы корреляционные связи. В 1–10 сутки во 2 группе выявлена тенденция прямой связи СОЖ и глубиныседации (0,5), объема антибактериальной терапии (0,66), СОЖ и интенсивности сосудорасширяющей терапии (0,57), гемотрансфузии (0,61). При этом практически отсутствовало влияние изменения СОЖ в указанных пределах на параметры гемодинамики, вегетативный тонус, ПМК. Обнаруженную особенность во 2 группе можно объяснить более эффективной стресслимитирующей коррекцией, включая сосудорасширяющие, антибиотикотерапию, глубину седации.

Таблица 6. Корреляционные связи СОЖ и лечением во 2 подгруппе.

2 подгруппа 1 группа	1–10 с	11–30 с	2 группа 2 подгруппа	1–10 сут	11–28 сут
сутобъем ж/седат	0,02	0,59	сутобъем ж/седат	0,49	0,79
сутобъем ж/протвосп	-0,10	-0,17	сутобъем ж/протвосп	0,32	0,71
сутобъем ж/АБ	0,20	0,12	сутобъем ж/АБ	0,66	0,11
сутобъем ж/гепарин	0,60	-0,15	сутобъем ж/гепарин	-0,05	-0,38
сутобъем ж/метаб	0,88	-0,25	сутобъем ж/метаб	0,44	0,82
сутобъем ж/сосрасшир	0,29	0,04	сутобъем ж/сосрасшир	0,57	0,51
сутобъем ж/белки	-0,71	0,00	сутобъем ж/белки	-0,61	0,60
корсвсут об ж с гемодинамикой в 1 гр 2 подгр					
2 подгруппа 1 группа	1–10 с	11–30 с	2 группа 2 подгруппа	1–10 сут	11–28 сут
сутобъем ж/ЧСС	-0,49	0,10	сутобъем ж/ЧСС	0,08	0,21
сутобъем ж/ЧД	0,58	-0,01	сутобъем ж/ЧД	0,08	-0,26
сут объем ж/ВТ	-0,65	0,32	сут объем ж/ВТ	-0,37	0,30
сутобъем ж/ПМК	-0,41	0,21	сутобъем ж/ПМК	0,07	0,41
сутобъем ж/МОК	-0,56	0,25	сутобъем ж/МОК	-0,26	-0,24
сутобъем ж/УОК	-0,52	0,26	сутобъем ж/УОК	-0,18	-0,14
сутобъем ж/СрАД	0,23	0,07	сутобъем ж/СрАД	-0,11	0,19
сутобъем ж/ПАД	-0,22	0,32	сутобъем ж/ПАД	-0,01	0,45
сутобъем ж/ДАД	0,43	-0,02	сутобъем ж/ДАД	-0,09	0,04
сутобъем ж/САД	0,27	-0,09	сутобъем ж/САД	-0,27	0,33
сутобъем ж/ОПСС	0,44	-0,27	сутобъем ж/ОПСС	0,13	0,31
сут объем ж/Т	0,27	-0,18	сут объем ж/Т	0,69	0,63

В 3 подгруппе 1 группы в первые 10 суток обнаружена прямая корреляционная связь СОЖ с седативной коррекцией (0,62), с антибактериальной терапией (0,72), метаболитной коррекцией (0,8). Заметного влияния на параметры системы кровообращения не наблюдалось. В последующие 11–30 сутки в 1 группе все корреляции существенно уменьшились, несколько укрепилась прямая связь СОЖ с уровнем СрАД (0,58), и ДАД (0,51). В 3 подгруппе 2 группы в сравнении с показателями 1 группы обнаружено существенное усиление обратной корреляции между СОЖ и интенсивностью противовоспалительной терапии (–0,77), прямой связи с антибиотикотерапией (0,88), с метаболитной коррекцией (0,93), интенсивностью сосудорасширяющей коррекции (0,81). При этом в 1–10 сутки наблюдения обнаружено коррегирующее влияние инфузионной терапии. Так выявлена отрицательная корреляция СОЖ и ЧСС (–0,62), прямая с ЧД (0,59), с уровнем СрАД (0,72). Выявленные закономерности после 11х суток интенсивной терапии существенно уменьшились, стали незначительными. Возможно, факторами, приводившими к ослаблению закономерных корреляционных связей на фоне стабильного водного баланса являются истощение энергетических ресурсов, недостаточная эффективность восстановления регулирующей функции поврежденной травмой и оперативным вмешательством ЦНС, большая площадь деструктурированной мозговой и внецеребральной ткани с низкой способностью к регенерации, вторичным инфицированием.Таким образом, выявлены отличия между группами-во 2 группе уменьшение ТСЧМТ в группе детей более раннего возраста, более выражена стабильность гемодинамики при том же объеме суточной водной нагрузки, повышение эффективности антибиотикотерапии, выявлено благоприятное влияние на гемодинамику и выделительную активность почек увеличения сосудорасширяющей седативной терапии.

Таблица 7. Корреляционные связи СОЖ с лечением в 3 подгруппе.

3 подгруппа 1 группа	1–10 с	11–30 с	3 подгр 2 группа	1–10 сут	11–28 сут
сутобъем ж/седат	0,62	0,11	сутобъем ж/седат	-0,36	0,31
сутобъем ж/протвосп	0,24	0,19	сутобъем ж/протвосп	-0,77	-0,32
сутобъем ж/АБ	0,72	-0,02	сутобъем ж/АБ	0,88	0,22
сутобъем ж/гепарин	0,31	-0,23	сутобъем ж/гепарин		0,28
сутобъем ж/метаб	0,83	0,33	сутобъем ж/метаб	0,93	0,11
сутобъем ж/сосрасшир	0,40	0,09	сутобъем ж/сосрасшир	0,81	-0,28
сутобъем ж/белки	0,05	0,09	сутобъем ж/белки	0,28	
коррсвсут об жти и гемод					

3 подгруппа 1 группа	1–10 с	11–30 с			
сутобъем ж/ЧСС	-0,22	0,31	сутобъем ж/ЧСС	-0,62	0,03
сутобъем ж/ЧД	0,56	0,31	сутобъем ж/ЧД	0,59	0,54
сут объем ж/ВТ	0,25	0,38	сут объем ж/ВТ	0,40	0,01
сутобъем ж/ПМК	0,09	0,38	сутобъем ж/ПМК	0,19	0,07
сутобъем ж/МОК	0,17	0,00	сутобъем ж/МОК	-0,03	-0,11
сутобъем ж/УОК	0,39	-0,20	сутобъем ж/УОК	0,41	0,12
сутобъем ж/СрАД	0,20	0,58	сутобъем ж/СрАД	0,72	0,12
сутобъем ж/ПАД	0,54	0,28	сутобъем ж/ПАД	0,88	-0,07
сутобъем ж/ДАД	0,15	0,51	сутобъем ж/ДАД	0,53	0,15
сутобъем ж/САД	0,44	0,26	сутобъем ж/САД	0,10	0,07
сутобъем ж/ОПСС	0,05	0,28	сутобъем ж/ОПСС	0,10	-0,01
сут объем ж/Т	-0,09		сут объем ж/Т	-0,43	

Вывод. Обнаружена общая тенденция к улучшению выделительной функции почек во 2 группе. Во 2 группе в отличие от 1 группы обнаружено коррегирующее влияние СОЖ на параметры гемодинамики: наклонность к уменьшению ЧСС, ПМК, МОК. Во 2 группе оказалась более выраженной стабильность гемодинамики при том же объеме суточной водной нагрузки, повышение эффективности антибиотикотерапии. Выявлено благоприятное влияние на гемодинамику и выделительную активность почек увеличения сосудорасширяющей седативной терапии. На 11–30 сутки лечения в ОРИТ все сильные корреляционные связи существенно уменьшались. Факторами, приводившими к ослаблению закономерных корреляционных связей на фоне стабильного водного баланса, вероятнее всего, являются истощение энергетических ресурсов, недостаточная эффективность восстановления регулирующей функции поврежденной травмой и оперативным вмешательством ЦНС, большая площадь деструктурированной мозговой и внецеребральной ткани с низкой способностью к регенерации.

Источники.

1. https://profmedik.ru/napravleniya/nevrologiya/cherepno-mozgovye-travmy/
2. http://medbiol.ru/medbiol/har_nevr/000869ee.htm
3. https://userdocs.ru/medicina/143308/index.html

DOI 10.34660/INF.2026.32.35.014

ЭНДОДОНТИЧЕСКАЯ ИНФЕКЦИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ С КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ ХРОНИЧЕСКИХ ПЕРИОДОНТИТОВ

Педорец Александр Петрович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой
Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького
Пиляев Андрей Геннадьевич
кандидат медицинских наук, доцент
Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького
Терпигорьева Лилия Павловна
кандидат медицинских наук, доцент
Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького
Катмаев Денис Юрьевич
аспирант, ассистент
Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького

Аннотация. *Основным клинико-морфологическим проявлением хронических деструктивных периодонтитов является деструкция тканей в периапикальной области (1). Костная резорбция в периапикальной области может рассматриваться, как нежелательный продукт защитной реакции организма, при которой кость отодвигается от зоны риска, создавая так называемую «буфферную зону», морфологическим субстратом которой является хроническое грануломатозное воспаление (2,3). Гистологические исследования, выполненные Vier, Figueredo, Lima (2000) (4) показали, что во многих зубах с проявлением хронического периодонтита имеет место апикальная резорбция, которая может быть минимальной и рентгенологически не видимой. По мнению Tronstadt, 1988 (5); Trope, Chivian (1997) (6) резорбция, если она имеет место, обычно начинается в области цементно-дентинного соединения, которое описывается как апикальная констрикция. Повреждение апикальной констрикции приводит к возникновению ряда*

проблем, которые можно условно разделить на механические и биологические (7). Механические проблемы связаны с затруднением определения рабочей длины корневого канала, с последующей сложностью в созданиии апикального «стопа», ограничевающего продвижение эндодонтического инструментария за пределы фиксированной границы, а так же для ограничения выведения гуттаперчевого штифта и силера. Учитывая, что показатель успешности лечения при деструктивных периодонтитах составляет не более 70% (8), то становится понятным, что ошибки в определении рабочей длины, последующей инструментальной обработке и обтурации, могут иметь определяющее значение для исхода лечения. По данным Chugal, Jonathan (2003) (9) ошибки в определении рабочей длины и обтурации в пределах каждого милиметра приводят к ухудшению исхода лечения на 16%.

В настоящее время значение микроорганизмов в инициации хронических периодонтитов хорошо изучено в многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных авторов (7,8,9,10). Микроорганизмы в апикальной части корневого канала, особенно при резорбции, имеющей неравномерный характер, приводят к возникновению биологических проблем. В первую очередь это связано с нарушением защитного слоя цемента (цементоида или прецемента), который, как было показано в работах Trope (6) препятствует проникновению микрорганизмов и их токсинов в периапикальные ткани, а так же препятствует адгезии мононуклеарных клеток к поверхности корня зуба. Разрушение этого слоя является фактором, снижающим резистентность периапикальных тканей к микробному воздействию. Такого рода биологические проблемы не могут быть приписаны только микрофлоре корневого канала, а без всякого сомнения связаны с анатомоморфологическими изменениями в области цементно-дентинного соединения. Учитывая это, установление связи между инфицированностью корневого канала (количественной и качественной) и разрушением апикальной констрикции, а также с размерами очагов деструкции в периапикальной области может служить базисом для разработки дифференцированного подхода к эндодонтическому лечению в зависимости от различных клинических и рентгенологических проявлений апикальных периодонтитов.

Ключевые слова: *апикальная констрикция, хронический периодонтит, резорбция.*

Целью настоящей работы является изучение характера связи размеров апикальной констрикции с размерами очагов деструкции в периапикальной области, а также со степенью инфицированности корневых каналов.

Материалы и методы.

Всего было обследовано 157 зубов с хроническими деструктивными периодонтитами. Размер апикальной констрикции определялся по размеру первичного файла следующим образом. Первоначально определяли длину корневого канала при помощи рентгенограммы. Не доводя файл на 2–3 мм до рентгенологически определяемой верхушки корня и используя файл № 15, вращали инструмент на ½ оборота и погружали в канал до упора в пределах 1 мм до предполагаемой констрикции. Если инструмент не встречал сопротивления, использовали следующий размер файла № 20, погружая на эту же глубину и так далее, последовательно увеличивая размер файла, пока тот не встречал сопротивления. По размеру последнего файла судили о размере апикальной констрикции.

Размер очага деструкции кости измеряли, оценивая данные компьютерной рентгенографии (“Sidexis”, Siemens) по максимальному диаметру в миллиметрах.

Микробиологическое исследование проводили в лаборатории кафедры микробиологии ДонГМ У. Из всех зубов были отобраны зубы с большими, свыше 6 мм, и малыми, в пределах 2 мм, рентгенологически определяемыми размерами периапикальной деструкции у которых было проведено изучение количественного и качественного состава микрофлоры апикальной части корневого канала. Во всех случаях был использован коффердам и зубы были обработаны согласно протокола, предложенного Muller. Поверхность коронки была обработана 30 % раствором перекиси водорода, затем осуществляли препарирование доступа к полости зуба из которой удаляли некротически измененные ткани с использованием методики crown down. Важно отметить, что никаких антисептиков у этих пациентов на этапах препарирования корневого канала использовано не было, ирригацию корневого канала проводили физиологическим раствором. После определения рабочей длины и определения размеров апикальной констрикции обработку канала завершали ультразвуковым методом с использованием насадки с размером, соответствующим размеру финального файла. После чего в канал при помощи инсулинового шприца вводили физиологический раствор и стерильным файлом финального размера делали от фиксированной точки 10 соскабливающих движений, затем жидкость из канала отсасывали стерильными бумажными штифтами на рабочую длину канала. Для микробиологического исследования брался последний бумажный штифт. Исследуемый материал после взятия его из корневого канала тот час помещался в транспортную среду и доставлялся в бактериологическую лабораторию в течение 2 часов. Микробиологические исследования включали выделение и идентификацию аэробных, факультативно – анаэробных и анаэробных микроорганизмов из корневого канала. Посев исследуемого материала производился на плотную питательную

среду – 5% кровяной агар, приготовленный на основе тиогликолевой среды для контроля стерильности НИИ вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова с добавлением 0,5% дрожжевого гидролизата. Посевы культивировались в термостате при 37^{0}С – 18–24–48 часов в условиях 5% CO_2, создавая таким образом условия для роста анаэробных микроорганизмов, которые чаще всего населяют полость рта. После инкубации чашек изучали культуральные свойства бактерий с последующим выделением чистых культур на аналогичной среде. Идентификацию выделенных микроорганизмов проводили по комплексу морфологических, культуральных, биохимических признаков с использованием критериев Берджи. Идентификацию стрептококков проводили с помощью Стрептотеста 16 (Lachema; Mikro-la-test, Чешская республика). Пробирки с транспортной средой, в которую был произведён посев содержимого корневого канала культивировали в термостате в течение 5–7 суток, из которых каждые 2 дня готовили мазки, окрашивали по Граму, изучали морфологические и тинкториальные признаки выросших микроорганизмов, а также констатировали изменения в транспортной среде. Затем делали пересев на указанный выше 5% кровяной агар с последующим выращиванием в анаэростате в условиях анаэробиоза при t=37^0 от 4 до 7 дней. Выросшие в анаэробных условиях культуры в дальнейшем после изучения морфологических и культуральных свойств идентифицировали используя АНАЭРОтест 23 (Pliva – Lacheva, Чешская республика).

Статистическую обработку связи между приростом очагов деструкции в периапикальной области, размерами очагов деструкции, клиническим течением и микрофлорой корневого канала проводили с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмана. Средние показатели анализировались с использованием критерия Стьюдента, уровень значимости был $p<0,01$

Результаты исследований и их обсуждение.

Прежде всего мы проанализировали характер связи между размерами очагов деструкции и размерами апикальной констрикции.

Распределение между размерами апикальной констрикции и размерами очагов деструкции кости представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение размеров апикальной констрикции и размеров очагов деструкции в периапикальной области

Размер апикальной констрикции, мм	Размер очага деструкции, мм	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Число наблюдений	6	11	34	35	25	23	7	11	3	4
0,15	20	-	2	4	6	3	4	-	-	-	1
0,20	17	2	2	6	4	-	1	1	-	-	1

Размер апикальной констрикции, мм	Размер очага деструкции, мм	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Число наблюдений	6	11	34	35	25	23	7	11	3	4
0,25	17	-	3	3	2	2	1	1	5	-	-
0,30	29	3	1	10	8	5	-	2	-	-	-
0,35	26	1	1	3	7	4	6	-	3	-	1
0,40	28	-	-	2	4	7	7	3	2	3	-
0,50	16	-	1	4	4	4	2	-	-	-	1
0,60	6	-	1	2	-	-	2	-	1	-	-

Как видно из таблицы 1, размеры гранулем весьма значительно варьируют при различных размерах апикальной констрикции. Так, при размерах апикальной констрикции 0,5–0,6 мм распределение гранулем аналогичное распределению размеров гранулем, которое встречается и при размере апикальной констрикции, равном 0,15–0,20 мм. Мы проанализировали характер связи этих двух параметров, используя ранговый коэффициент корреляции Спирмана, величина которого составила 0,19 при p=0,01. Зависимость оказалась крайне слабой, что также позволяет заключить, что размер очага деструкции не связан с размером апикальной констрикции. Таким образом представленные данные позволяют заключить, что размер очагов деструкции в периапикальной области не зависит от состояния апикальной констрикции. Разрушенным апикальным констрикциям могут соответствовать незначительные очаги деструкции и наоборот. В тоже время обращает на себя внимание, что, как при разрушенной, так и при сохраненной апикальной констрикции крайние значения размеров деструкции встречаются относительно редко, а наибольшая частота встречаемости лежит в пределах 4–6 мм. Именно поэтому были изучены средние размеры очагов деструкции при различных размерах апикальной констрикции (таблица 2).

Таблица 2. Средние размеры очагов деструкции при различных размерах апикальной констрикции

№ п/п	Размер апикальной констрикции, мм	Количество зубов	Средний размер очагов деструкции, мм	Стандарт-ное отклонение	Стандартная ошибка
1.	0,15	20	5,45	1,82	0,41
2.	0,20	16	4,75	2,29	0,57
3.	0,25	16	6,19	2,40	0,60
4.	0,30	29	4,66	1,47	0,27
5.	0,35	26	6,04	2,13	0,42

№ п/п	Размер апикальной констрикции, мм	Количество зубов	Средний размер очагов деструкции, мм	Стандарт-ное отклонение	Стандартная ошибка
6.	0,40	28	6,82	1,70	0,32
7.	0,50	16	5,50	1,86	0,47
8.	0,60	6	5,67	2,34	0,95

Из всей совокупности групп сравнения нами были выделены зубы с размерами апикальной констрикции 0,15 мм, при которой мы считали констрикцию сохраненной и с размерами 0,50 мм, как наиболее разрушенную. Различие между средними значениями этих групп оказалось также статистически не достоверным ($t=0,1$ при $p<0,05$).

Микробиологическое исследование было проведено у 8 пациентов с хроническими деструктивными периодонтитами с сохраненными и разрушенными апикальными констрикциями, с большими (6 и более мм) и малыми (2мм) размерами очагов деструкции. Данные распределения представлены в таблице 3.

Таблица 3. Количество штаммов микроорганизмов и их виды, выделенные из корневых каналов при первичном обращении

№ п/п	Код зуба	Размер очага деструкции, мм	Размер апикальной констрикции, мм	Количество штаммов микроорганизмов	Виды микроорганизмов
1	21	6	0,15	6	А, Б, Г, Д, Е, Ж
2	13	2	0,15	5	А, В, Г, Д, Е
3	35	6	0,30	4	Б, Г, Е, Ж
4	11	8	0,35	4	Б, В, Е, Ж
5	22	2	0,30	5	Б, В, Г, Д, Е
6	45	2	0,15	4	А, В, Г, Д
7	11	7	0,15	4	Б, Д, Е, Ж
8	35	2	0,35	4	Б, В, Г, Ж

Выявленные микрооганизмы:

А. Str. faecales – факультативный анаэроб

Б. Str. salivarium – факультативный анаэроб

В. Peptostreptococcus sp– анаэроб

Г. Corynebakterium pyogenes – факультативный анаэроб

Д. Bacteroides sp – анаэроб

Е. Actinomicetum nesluindi – анаэроб

Ж. Peptococcus sp– анаэроб

Как видно из таблицы, во всех случаях были отмечены ассоциации микроорганизмов от 4 до 6 видов, относящихся к облигатным и факультативным анаэробам. Не было выявлено связи между размерами очагов деструкции и количеством штаммов, а также составом микроорганизмов. В группе с малыми размерами очагов деструкции были выявлены 4–5 штаммов микроорганизмов, в группе с большими очагами – от 4 до 6 штаммов. Также не было различий и в качественном составе микроорганизмов, в обоих случаях была представлена однородная флора. Не была выявлена и зависимость микрофлоры с размерами апикальной констрикции, где и при разрушенной и при сохраненной констрикции встречались те же самые микроорганизмы и примерно одинаковое количество их штаммов. Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что при проведении эндодонтического консервативного лечения всегда имеет место риск неполного удаления микрофлоры из апикальной части корневого канала и плотное, надежное обтурирование апикального отверстия корневого канала в значительной степени будет зависеть от степени деструкции цемента корня зуба. Поскольку апикальная констрикция в большинстве случаев вовлекалась в патологический процесс, то учет ее состояния должен войти в рутинную практику работы врача-стоматолога.

Выводы.

1. Размер очага деструкции периапикальной области при хронических периодонтитах не зависит от размера апикальной констрикции.

2. Размер очага деструкции не коррелирует со степенью инфицированности корневого канала при хронических деструктивных периодонтитах.

3. Микробные ассоциации в корневых каналах зубов не отличаются при разрушенных и сохраненных апикальных констрикциях при хронических деструктивных периодонтитах.

4. Апикальная констрикция (цементно-дентинное соединение корня зуба) не может во всех случаях рассматриваться как фиксированный анатомический пункт, используемый для определения рабочей длины канала, поскольку возможно ее частичное или полное разрушение при хронических деструктивных периодонтитах. Рабочая длина корневого канала не является постоянной величиной, а зависит от степени разрушения апикальной констрикции.

Список литературы.

1. Metzger Z., Macrophages in periapical lessions. // Endod. Dent. Traumatol., 2000.- V.16.- pp. 1–8.

2. Stashenko P. Role of immune citokines in the pathogenesis of periapikal lesions.// Endod. Dent. Traumatol., 1990.- V.6.- pp. 89–96.

3. Wang CY, Stashenko P Characterization of bone-rezorbing activity in human periapical lessions.// J. Endod., 1993.– V.19 – pp.107–111.

4. Vier F.V., Figueiredo J. A., Lima A. A. Morfologic analisis of apical resorption on human teeth with periapical lessions. // Ecler Endod., 2000.– V.2000 – pp.1–12.

5. Tronstad L. Root rezorption – etiology, terminology and clinical manifestations.// Endod. Dent. Traumatol., 1988.- V.4.- pp. 241–252.

6. Trope M., Chivian N. Reabsorcao radicular. //Caminhos da polpa, 1997.- pp. 488–514.

7. Донский Г.И., Педорец А. П., Шабанов В. Н., Максютенко С. И. Клинические аспекты современной эндодонтии.- Донецк: «БАО», 1999.- 290 с.

8. Sjogren U., Figdor D., Presson S., Sundqvist G., Wing K. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontik treatment of teeth with apical periodontitis.// Int. J.Endod., 1997.-V.30.- pp. 3–380.

9. Larz S. W. Spangberg Endodontic infection: Some biologiic and treatment factors associated with outcome.// Oral Surg., Oral med., Oral path.,2003 – V.96.- pp.81–90.

10. Барер Г.М., Царев В. Н., Овчинникова И. А. Влияние ракзличных методов эндодонтической обработки на проникновение внутриканальновведеных антибактериальных средств через дентин in vitro// Клиническая стоматология.-1998.-№ 1.-с.10–13.

DOI 10.34660/INF.2026.32.35.109

СРАВНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ У ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ ХРОНИЧЕСКОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА

Попов Сергей Юрьевич
врач
Медицинский центр «Альдомед»,
Воронеж, Россия
Колягин Алексей Анатольевич
аспирант
Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко
Васильева Людмила Валентиновна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой
Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко

Аннотация. *Цель. Изучить влияние хронического болевого синдрома (ХБС) на когнитивные функции и качество жизни у пациентов пожилого возраста. Материалы и методы. Обследовано 106 пациентов пожилого возраста: основная группа – 52 пациента с ХБС, группа сравнения – 54 пациента без ХБС. Когнитивные функции оценивали по шкале MMSE и опроснику «Рациональность мышления», качество жизни – по опроснику SF-36. Результаты. У пациентов с ХБС выявлены достоверно более низкие показатели когнитивных функций по шкале MMSE (26,0 [24,75; 27,00] против 28,0 [27,00; 28,00]) и более высокая частота лёгких (65,4 % против 33,3 %) и умеренных (15,4 % против 0 %) когнитивных нарушений. По всем шкалам опросника «Рациональность мышления» пациенты основной группы показали достоверно худшие результаты ($p < 0,05$), суммарный показатель составил 159,3 ± 10,07 против 200,5 ± 8,64 балла. По опроснику SF-36 зарегистрировано значимое снижение всех восьми шкал ($p < 0,05$), наиболее выраженное по шкалам интенсивности боли, ролевого эмоционального функционирования и психического здоровья. Заключение. Хронический болевой синдром у пациентов пожилого возраста ассоциирован со снижением когнитивных функций, ухудшением аналитического мышления и качества жизни, что*

обосновывает необходимость комплексного подхода к их ведению, включающего когнитивно-ориентированную и психотерапевтическую помощь.

Ключевые слова: *хронический болевой синдром, когнитивные функции, качество жизни, пожилой возраст*

Хронический болевой синдром (ХБС) является одной из частых и клинически значимых проблем в гериатрии. Распространённость данного синдрома у лиц старших возрастных групп, проживающих в сообществе, достигает 50%, а в домах-интернатах для престарелых и инвалидов – до 80% [Tagliafico L 2025]. В исследовании Framingham Heart Study 52% участников из 1613 чел., средний возраст которых составил 76 лет, имели хронический болевой синдром, а 34% имели хроническую многоочаговую боль (≥3 локализации). При этом около 75% пациентов с хронической многоочаговой болью имели сопутствующие заболевания сердечно-сосудистой, пищеварительной, мочевыделительной системы, а более половины из них принимали НПВС, несмотря на наличие противопоказаний [Dhamne S, 2024]. Целью исследования Fennell G и соавт (2025) было выявить паттерны локализации боли у пациентов пожилого возраста, чтобы определить роль локализации боли в возраст-ассоциированной болевой нагрузке. Частота встречаемости болевого синдрома варьировала от 21% в группе с минимальной физической активностью до 77% в группе с высокой физической активностью. При этом в группах с преобладанием физической и с преобладанием умственной активности частота боли была сопоставимой и составила 38%. Наиболее низкие показатели качества жизни, связанного со здоровьем, и физического функционирования были зафиксированы в группе с высокой физической активностью [Fennell G, 2025].

Взаимосвязь хронической боли и когнитивной дисфункции становится предметом всё большего числа исследований. Целью исследования, выполненного da Costa JGR и соавт. (2025), явилось изучение того, различается ли когнитивная функция у пациентов пожилого возраста с хронической скелетно-мышечной болью и без болевого синдрома. Было проанализировано 8484 источника, в том числе, опубликованных в период с 2006 по 2021 год. Различия между пациентами с хронической скелетно-мышечной болью и без нее были обнаружены в областях общих познаний ($k = 10$; $d = –0,20$; 95% ДИ = –0,38,–0,03; $z = –2,25$, $p = 0,03$) и речи ($k = 8$; $d = –0,16$; 95% ДИ = –0,28,–0,05; $z = –2,72$, $p = 0,006$). Однако авторы подчёркивают очень низкую достоверность доказательств и необходимость дальнейших исследований [da Costa JGR, 2025].

ХБС и когнитивные нарушения имеют общие нейрофизиологические процессы, поэтому цель исследования Oliveira D, и соавт (2025), включавшего 67 пожилых пациентов с ХБС и 67 – без ХБС состояла в сравнении

когнитивных функций у этих лиц, а так же выявление предикторов нарушения когнитивных функций на исходном уровне и спустя 3 месяца с поправкой на конфаундеры [Oliveira D, 2025].

Крупное лонгитюдное исследование (17 стран, >18 000 участников старше 60 лет) выявило, что до 57 % пациентов имели болевой синдром в спине не менее двух лет, что было ассоциировано с повышением риска нейродегенеративных заболеваний на 23 % в американских когортах и на 59 % в европейских, а также с ухудшением показателей счётной способности, ориентации и вербальной памяти. По данным анализа здоровый образ жизни (умеренное потребление алкоголя, отказ от курения, регулярная физическая активность, достаточный сон) защищает пациентов с болью в спине от снижения когнитивных функций [Stief, L. 2025].

Влияние ХБС на качество жизни пациентов старших возрастных групп подтверждается данными анализа 17 исследований (пациенты ≥65 лет с ХБС в нижней части спины) оценивавших шесть ключевых нарушений: воспринимаемые причины боли, нарушение повседневной жизни, семейная динамика, социальная жизнь, эмоциональные реакции на боль и стратегии совладания. Установлено, что ХБС негативно влиял на личную, семейную и социальную жизнь в различной степени; неоптимальное управление болью приводило к негативным эмоциям (например, депрессии) и избегающему поведению [Cheung 2025].

Несмотря на растущий интерес к проблеме возраст-ассоциированному ХБС, в российской геронтологической практике данные о распространённости, структуре и влиянии хронического болевого синдрома на когнитивные функции и качество жизни остаются ограниченными. Отсутствуют систематические исследования, оценивающие связь хронической боли с когнитивным статусом (MMSE, MoCA) и качеством жизни (SF-36) у пациентов старших возрастных групп. Кроме того, ХБС у лиц пожилого возраста с когнитивными нарушениями часто недооценивается, так как болевой синдром у них может иметь атипичные проявления [Tagliafico L, 2025].

Цель исследования – изучить влияние хронического болевого синдрома на когнитивные функции и качество жизни у пациентов пожилого возраста.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на базе Воронежской ГКП № 18 и МЦ «Альдомед» в период с января 2025 по январь 2026 года. В исследование включено 106 пациентов пожилого возраста (69±3 года), из них 52 чел. имели ХБС (основная группа) и 54 без ХБС (группа сравнения). Информированное согласие на участие в исследовании было подписано всеми пациентами. Критериями включения был возраст 60–74 года, умеренный ноципластический болевой синдром (от 4 до 6 баллов по ЧРШ) длительностью 12 недель. Критерии невключения – наличие

висцеральной или нейропатической боли длительностью менее 3 месяцев, при которой требуется дополнительное обследование.

Диагноз хронического болевого синдрома установлен в соответствии с клиническими рекомендациями «Хронический болевой синдром у взрослых пациентов, нуждающихся в паллиативной медицинской помощи (15.02.2023)». Интенсивность боли определяли с помощью числовой рейтинговой шкалы [Bijur P. E., 2003].

Для изучения когнитивных нарушений использовали «Краткую шкалу оценки психического статуса» (Mini-Mental State Examination, MMSE), тест «Рациональность мышления» и психологического статуса с применением госпитальной шкала тревоги и депрессии HADS (The hospital Anxiety and Depression Scale) [Зиверт Х., 1997, Folstein, M. F., 1975; Zigmond, A. S. 1983].

Статистическую обработку выполняли в программе StatTech («Статтех», Россия). Количественные показатели при ненормальном распределении представляли в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q1; Q3], при нормальном – в виде M ± SD или M ± m. Для сравнения двух групп использовали t-критерий Стьюдента (при нормальном распределении) и U-критерий Манна–Уитни (при ненормальном). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Полученные результаты. У пациентов, включенных в исследование, проведена оценка когнитивной функции по шкале MMSE. Установлено, что пациенты основной группы имели средний балл 26,0 [24,75; 27,00], группы сравнения 28,0 [27,00; 28,00]. У пациентов основной группы легкие когнитивные нарушения встречались у 34 чел (65,4%), умеренные у 8 чел. (15,4%), когнитивные нарушения отсутствовали у 10 чел. (19,2%). В группе сравнения когнитивные нарушения отсутствовали у 36 чел. (66,7%), легкие когнитивные нарушения встречались у 18 чел. (33,3%).

Способность пациентов пожилого возраста с ХБС и без него к анализу информации, логическим рассуждениям и обоснованным умозаключениям оценивали с помощью теста «Рациональность мышления» [Зиверт 1997]. Данный тест позволил определить, насколько обследуемые склонны опираться на факты в условиях эмоционального напряжения и какой стиль принятия решений у них преобладает – взвешенный или интуитивный.

Проведена оценка показателей когнитивных функций по опроснику «Рациональность мышления» у пациентов пожилого возраста в зависимости от ХБС. Установлены статистически значимые различия между группами по всем изученным шкалам (M±SD). Так, эмоциональная сверхреактивность была выше в группе сравнения – 7,9± 0,22 балла против 7,1±0,23 балла в основной группе ($p = 0,022$); чувство вины и обвинения составило 10,4±0,25 и 9,2 ± 0,21 балла соответственно ($p=0,003$); стремление

к совершенству – 8,9±0,19 и 8,1±0,23 балла (p=0,006); зависимость от принятого мнения была более выражена в группе сравнения – 11,0±0,38 против 8,9±0,49 балла (p=0,002); взаимопомощь – 7,4±0,22 против 6,3±0,18 балла (p=0,026); общий в группе сравнения – 45,6±2,28 балла против 35,9±2,05 балла в основной группе (p=0,033). Соперничество составило 10,2±0,57 и 7,4±0,39 балла (p=0,006), сотрудничество – 18,0±1,02 и 12,9±1,63 балла (p=0,021), избегание – 11,2±0,79 и 14,4±0,65 балла (p=0,004), приспособление – 19,9±1,26 и 14,2±1,07 балла (p=0,001), компромисс – 18,3±1,87 и 10,5±1,22 балла (p=0,001). Направленность на себя была выше в группе сравнения – 12,7±0,76 против 10,3±0,84 балла (p=0,036), направленность на взаимоотношения – 7,9±0,22 против 7,2±0,13 балла (p=0,041), направленность на задание – 11,1±1,12 против 6,9±0,48 балла (p=0,003). Суммарный показатель по всем шкалам составил 200,5±8,64 балла в группе сравнения и 159,3±10,07 балла в основной группе. На рисунке 1 представлены изменения относительных величин изучаемых показателей.

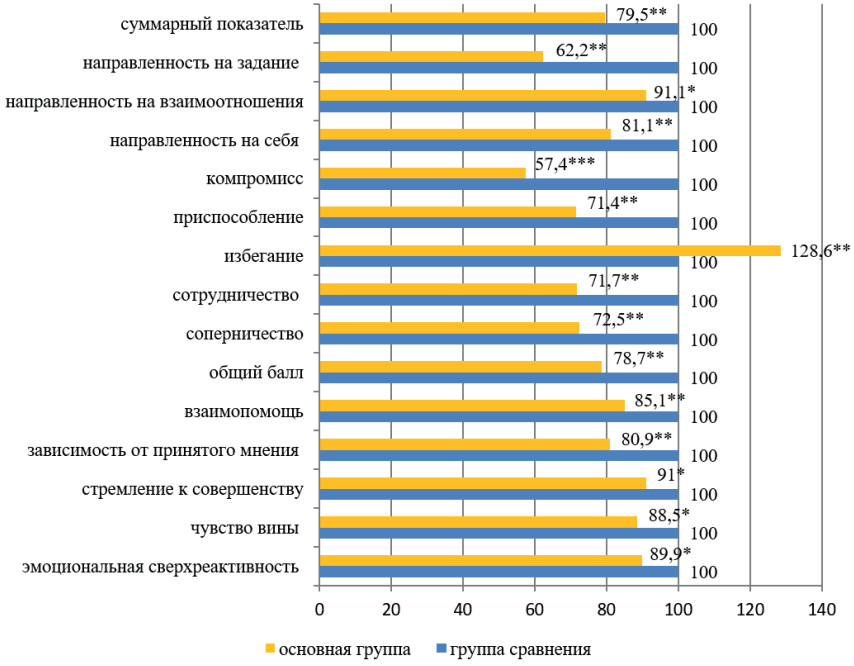


Рисунок 1 – Результаты анкетирования по опроснику «Рациональность мышления» у пациентов пожилого возраста в зависимости от наличия ХБС

Таким образом, пациенты основной группы были менее способны анализировать информацию, рассуждать логически и делать верные умозаключения по сравнению группой сравнения (Δ20,5 %, p<0,01).

Качество жизни по опроснику SF-36 изучалось с целью комплексной оценки влияния ХБС на физическое и психосоциальное благополучие пациентов, выявления наиболее уязвимых сфер жизнедеятельности. Результаты представлены в таблице.

Таблица 1 Показатели качества жизни (SF – 36) в изучаемых группах (M±m)

Показатель шкалы вопросника SF – 36	Группа сравнения, n=54	Группа основная, n=52	t-критерий Стьюдента/p
PF – физическое функционирование	64,2± 3,2	54,7± 2,9	t=2,20; p=0,030
RP – ролевое физическое функционирование	57,6± 2,2	51,3± 1,9	t=2,17; p=0,033
BP – интенсивность боли	59,6± 2,2	49,5± 2,1	t=3,32; p=0,001
GH – общее здоровье	59,5± 2,4	50,7± 2,2	t= 2,70; p=0,008
VT – жизнеспособность	50,5± 3,9	39,7± 3,9	t= 2,41; p=0,018
SF – социальное функционирование	61,4± 2,1	52,7± 3,2	t= 2,27; p=0,025
RE – ролевое эмоциональное функционирование	53,2± 3,2	41,9± 2,6	t= 2,74; p=0,007
MH – психическое здоровье	55,8± 3,1	42,7± 3,8	t= 2,67; p=0,009

В таблице 1 представлены показатели качества жизни по опроснику SF-36 в изучаемых группах. Установлены статистически значимые различия по всем восьми шкалам опросника (p < 0,05). У пациентов основной группы зарегистрировано достоверное снижение как физического, так и психического компонентов здоровья по сравнению с группой сравнения.

Наиболее выраженные межгрупповые различия отмечены по шкалам интенсивности боли, ролевого эмоционального функционирования и общего здоровья, что свидетельствует о существенном влиянии болевого синдрома на повседневную активность и эмоциональное состояние пациентов. Минимальные значения в основной группе зафиксированы по шкалам жизнеспособности, ролевого эмоционального функционирования и психического здоровья, что отражает преобладание астенических и тревожно-депрессивных тенденций. Полученные данные позволяют заключить, что наличие хронического болевого синдрома у пациентов пожилого возраста сопровождается значимым ухудшением всех составляющих качества жизни, связанного со здоровьем, как физического, так и психосоциального благополучия.

Таким образом, пациенты пожилого возраста с ХБС демонстрируют достоверно более низкие показатели по шкале MMSE и более высокую частоту лёгких и умеренных когнитивных нарушений по сравнению

с пациентами без боли. Наличие ХБС сопровождается также ухудшением аналитического мышления и рациональности – по всем шкалам опросника «Рациональность мышления» пациенты основной группы показали достоверно худшие результаты, что свидетельствует о снижении способности опираться на факты в условиях эмоционального напряжения и о преобладании интуитивно-спонтанного стиля принятия решений. Кроме того, ХБС оказывает комплексное негативное влияние на качество жизни: снижение затронуло как физический, так и психический компоненты здоровья (SF-36), с наибольшим ухудшением по шкалам боли, эмоционального функционирования и психического здоровья. Выявленные закономерности обосновывают необходимость комплексной оценки когнитивного статуса и качества жизни у пожилых пациентов с ХБС и включения в терапевтические программы когнитивно-ориентированную и психотерапевтическую помощь.

Вывод. Хронический болевой синдром у пожилых пациентов сопровождается снижением когнитивных функций, рациональности мышления и качества жизни, что обосновывает необходимость комплексного подхода к их ведению.

Литература

1. Tagliafico L, Penfold R, Duque S, Cacciatore S. Editorial: Pain in the older adult patient. Front Med (Lausanne). 2025;12:1642862. doi: 10.3389/fmed.2025.1642862

2. Dhamne S, Edwards R, Benjamin E, [et al] High Prevalence of and Medication Use in Musculoskeletal and Chronic Multisite Pain in Community-Dwelling Older Adults: The Framingham Heart Study [abstract]. Arthritis Rheumatol. 2024; 76 (suppl 9). https://acrabstracts.org/abstract/high-prevalence-of-and-medication-use-in-musculoskeletal-and-chronic-multisite-pain-in-community-dwelling-older-adults-the-framingham-heart-study/. Accessed September 18, 2026

3. Fennell G, Tilley S, Dhamne S, [et al] Chronic pain phenotypes in older adults: Identifying patterns of musculoskeletal pain and associated burden [abstract]. Arthritis Rheumatol. 2025; 77 (suppl 9). https://acrabstracts.org/abstract/chronic-pain-phenotypes-in-older-adults-identifying-patterns-of-musculoskeletal-pain-and-associated-burden/. Accessed September 18, 2026

4. da Costa JGR, Alves JE, Nery ECHP, Silva AG. Chronic musculoskeletal pain and its relationship with cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. Pain Pract. 2025;25(5): e70025. doi: 10.1111/papr.70025

5. Oliveira D, Costa J, Marques MH, Silva AG. Chronic musculoskeletal pain and its association with cognitive function and sarcopenia in older adults: Characterization and change over three months. J Pain. 2025;29:105341. doi: 10.1016/j.jpain.2025.105341.

6. Stief L. Erst „Rücken", dann Demenz?. MMW Fortschr Med. 2025;167:27. https://doi.org/10.1007/s15006–025–5570–7

7. Cheung CKC, Cheung ETC, Schoeb V, Opsommer E, Chong DYK, Lee JLC, Kumlien C, Wong AYL. Lived Experiences of Older Adults With Chronic Low Back Pain and Implications on Their Daily Life: A Metasynthesis of Qualitative Research. Arch Rehabil Res Clin Transl. 2025;7(2):100456. doi: 10.1016/j.arrct.2025.100456

8. Bijur P. E., Latimer C. T., Gallagher E. J. Validation of a Verbally Administered Numerical Rating Scale of Acute Pain for Use in the Emergency Department. Academic Emergency Medicine. 2003;10: 390–392. doi: 10.1111/ j.1553-2712.2003.tb01355.x.

9. Зиверт Х. Тестирование личности: Типы задач, примеры вопросов, решения, советы по поводу раскрытия личности / Пер. с нем.– М.: Интерэксперт, Нолидж, 1997.– 200 с.– ISBN 5-85523-030-9.

10. Folstein, M. F., Folstein, S. E., McHugh, P. R. Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research. 1975;12(3):189–198. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6.

11. Zigmond, A. S., Snaith, R. P. The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatrica Scandinavica. 1983; 67(6): 361–370. doi: 10.1111/ j.1600-0447.1983.tb09716.x.

DOI 10.34660/INF.2026.32.57.025

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В РАЗВИТИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

Химич Антонина Иосифовна
заведующий отделением
Клиническая больница ИНЦ СО РАН
Киреева Виктория Владимировна
заместитель главного врача, кандидат медицинских наук
Клиническая больница ИНЦ СО РАН
Кириенко Анна Николаевна
заведующий отделением
Клиническая больница ИНЦ СО РАН
Опанасюк Галина Семеновна
заведующий лабораторией
Клиническая больница ИНЦ СО РАН

Аннотация. *В настоящий момент применение молекулярно-генетических методов диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний приобрело широкую популярность. Считается, что изменения в экспрессии генов играют значимую роль в развитии и прогрессировании артериальной гипертензии, однако вклад конкретных генетических вариантов в тяжесть заболевания остается предметом исследований. Целью исследования было изучение генетического профиля для разработки прогноза и мероприятий профилактики для снижения рисков в диагностике, лечении и профилактике артериальной гипертензии у лиц молодого возраста. Оценены генетические риски, связанные с развитием артериальной гипертензии у молодых людей с использованием статистических методов и определены более значимые полиморфизмы генов, отвечающие за регуляцию артериального давления.*

Ключевые слова: *артериальная гипертензия, молодой возраст, генетика, механизмы развития, тяжесть заболевания, профилактика*

Артериальная гипертензия (АГ) остается одной из наиболее актуальных проблем современного здравоохранения, являясь ведущим фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и преждевременной смертности

во всем мире [1, 2]. Несмотря на значительные успехи в диагностике и лечении данной патологии, распространенность АГ продолжает неуклонно расти, что обусловливает необходимость углубленного изучения патогенетических механизмов ее развития.

В настоящее время общепризнано, что АГ представляет собой типичное мультифакторное заболевание, в патогенезе которого ключевую роль играет сложное взаимодействие наследственных и средовых факторов [3]. Современные геномные исследования, включая полногеномные ассоциативные исследования (GWAS), идентифицировали более 1000 генетических локусов, ассоциированных с АГ, что подтверждает высокую степень генетической гетерогенности данного заболевания [4]. Однако наследуемость АГ оценивается лишь в 30–50%, что свидетельствует о существенном вкладе модифицируемых факторов окружающей среды, таких как питание, физическая активность, психоэмоциональный стресс и социально-экономические условия [5,6].

Регуляция артериального давления происходит с помощью координированной работы нескольких гормонально-ферментативных систем – катехоламиновой, ренин-ангиотензиновой и др. Присутствие патологических аллелей генов, кодирующих ключевые белки этих систем, повышает вероятность декомпенсации регулировки уровня артериального давления при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды и увеличивают вероятность возникновения гипертонической болезни. Аллельные варианты некоторых генов ассоциированы с вариабельностью степени воздействия хронической гипертонии на органы-мишени. Кроме того, определенный генотип может влиять на прогноз ответа на терапию конкретными препаратами [7]. Интенсивно изучаются генетические ФР предрасположенности к многофакторным заболеваниям, в т.ч. к АГ. Исходя из патогенеза, можно выделить гены-кандидаты, которые кодируют белки – ферменты, гормоны, рецепторы и др., предположительно влияющие на риск конкретного заболевания [8].

Артериальная гипертензия у молодых людей имеет свои уникальные черты, отличающие её от аналогичных проявлений в более зрелом возрасте. Причины и факторы риска варьируются, и среди молодежи особенно выделяются генетическая предрасположенность, а также значительное влияние образа жизни и окружающей среды на развитие этого недуга. В частности, среди молодых людей широко распространены вредные привычки, такие как курение, злоупотребление алкоголем и недостаток физической активности, которые могут существенно способствовать развитию артериальной гипертензии. Психоэмоциональные факторы, такие как стресс и нагрузки, нередко становятся спутниками молодежи, вызванные напряженным ритмом учебы и работы, и также оказывают значительное влияние на уровень артериального давления. Клинические особенности артериальной гипертензии у молодежи отличаются от таковых у более

старших пациентов. Симптоматика в большинстве случаев может быть менее выраженной, а само заболевание часто протекает бессимптомно, что затрудняет его своевременную диагностику. Более того, в молодом возрасте чаще наблюдается эссенциальная, или первичная, гипертензия, что добавляет сложности в понимании и лечении этого состояния. Последствия и осложнения артериальной гипертензии у молодежи имеют свои специфические черты. Развитие гипертензии в этом возрасте значительно увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний и других серьезных осложнений, таких как инсульт и инфаркт миокарда, на более поздних этапах жизни. В молодом возрасте акцент делается на изменениях в образе жизни: диетические рекомендации и физическая активность становятся основными стратегиями. Молодые люди могут менее серьезно относиться к своему здоровью и профилактическим мерам, что порой приводит к запущенности состояния. Их восприятие артериальной гипертензии как серьезной проблемы может быть менее осознанным, что негативно сказывается на приверженности к лечению и соблюдению профилактических рекомендаций.

Цель. Разработка прогноза и мероприятий профилактики для снижения рисков в диагностике, лечении и профилактике артериальной гипертензии у лиц молодого возраста с оценкой генетической предрасположенности.

Материалы и методы. В исследование включены результаты обследования пациентов молодого возраста (18–39 лет), страдающих артериальной гипертензией и здоровых лиц, подписавших информированное согласие на участие и обработку данных в рамках научной работы «Оценка рисков артериальной гипертензии у лиц молодого возраста для оценки персонализированной реабилитации». Всем пациентам и здоровым лицам проводили генетическое исследование панели: «Артериальная гипертензия», а именно исследование полиморфизмов в генах: ADRB2 (G16R, G> A), AGT (T207M, C> T), AGT (M268T, T> C), AGTR1 (A1666C, A> C), NOS3(D298E, T> G).

Результаты и обсуждение.

В ходе сравнительной характеристики генетического профиля основной и контрольной группы была выявлена статистически значимая связь между генотипами полиморфизма T207M гена AGT и отягощенной наследственностью по сердечно-сосудистым заболеваниям.

U-критерий Манна-Уитни показал статистически значимые различия в распределении аллелей гена AGT T207M по фактору наследственной отягощенности по сердечно-сосудистым заболеваниям: средние ранги в группах субъектов без наследственной отягощенности (медиана – категория “норма”) и с наследственной отягощенностью (медиана – категория “норма”) статистически значимо различались, $Z\ (n1 = 12, n2 = 28) = 2.3$, $p = 0.022$, <0.05. Полученное значение $p < 0.05$ свидетельствует о наличии статистически значимой связи между исследуемым геном AGT T207M и наследственностью

по ССЗ. Величина ранговой-бисериальной корреляции (RBC = 0.39) указывает на средний размер эффекта, рисунок 1.

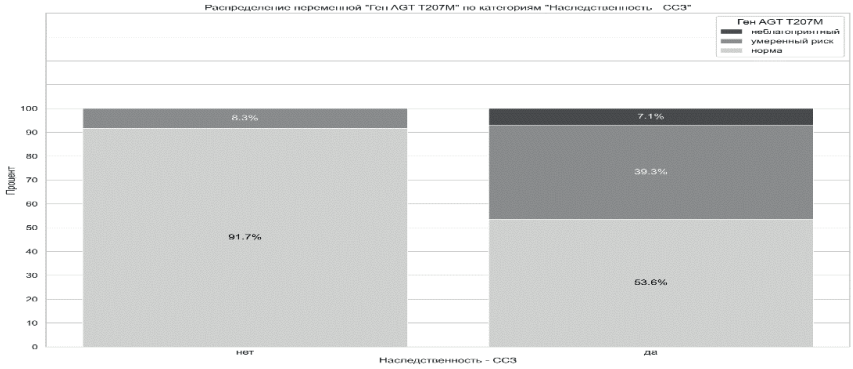


Рисунок 1. Распределение частот генотипов и аллелей полиморфизма T207M гена AGT у пациентов с различным семейным анамнезом по ССЗ пациентов исследуемых групп

В исследованиях доказано, что увеличение массы тела усиливает проявление неблагоприятных вариантов гена NOS3, в нашем исследовании получены аналогичные данные.

Коэффициент гамма Гудмана-Крускала выявил статистически значимую положительную связь между категориями ИМТ и категориями генетического показателя NOS31 ($\gamma = 0.4$, $p = 0.041$, <0.05), рисунок 2.

Таким образом, с увеличением категории ИМТ от нормы к избыточной массе тела и ожирению 1 степени, наблюдается тенденция к увеличению категории генетического риска NOS31 – от нормы к умеренному и неблагоприятному уровню. Сила выявленной связи является относительно сильной.

При обработке результатов данных была выявлена тенденция к снижению частоты сердечных сокращений при ухудшении генетического показателя гена ADRB2 (от «нормы» к «неблагоприятному»).

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена выявил статистически значимую отрицательную связь между категорией генетического показателя ADRB2 и частотой сердечных сокращений ($rs = – 0,34$; $p = 0,033$).

Значение $p <0,05$ свидетельствует о статистической значимости выявленной связи, а величина коэффициента корреляции указывает на связь средней силы.

Отрицательное направление корреляции свидетельствует о том, что при увеличении рангового значения генетического показателя ADRB2 (норма -> умеренный риск -> неблагоприятный) наблюдается тенденция к снижению ЧСС, рисунок 3.

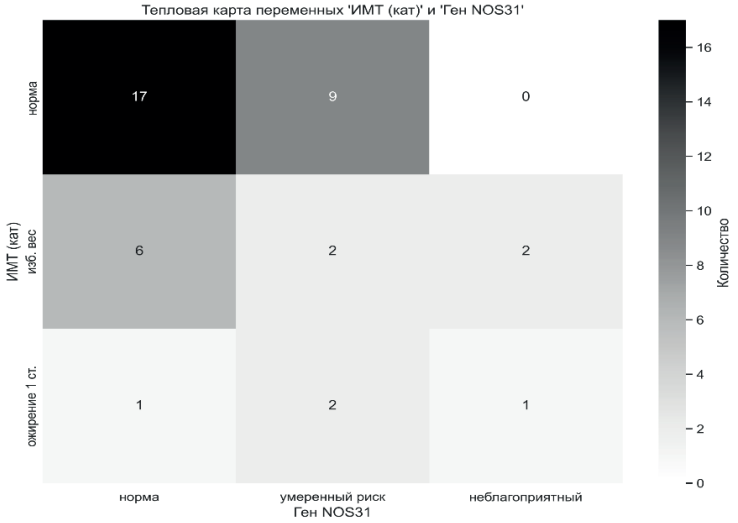


Рисунок 2. Рраспределение частот аллелей полиморфизма гена NOS31 у пациентов с различным с индексом массы тела пациентов исследуемых групп

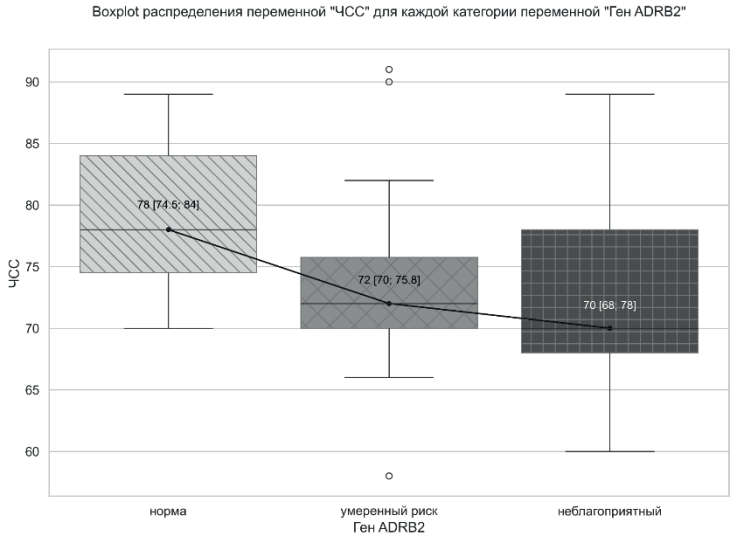


Рисунок 3. Распределение частот аллелей полиморфизма гена ADRB2 у пациентов с различной частотой сердечных сокращений пациентов исследуемых групп

В нашем исследовании проанализирована и выявлена взаимосвязь различных полиморфизмов гена NOS31 и липидограммой, достоверные данные получены только у показателя уровня триглицеридов.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена выявил статистически значимую положительную связь между категорией генетического показателя NOS31 и триглицеридами (rs = 0,4; p = 0,011).

Значение p <0,05 свидетельствует о статистической значимости выявленной связи, а величина коэффициента корреляции указывает на связь средней силы.

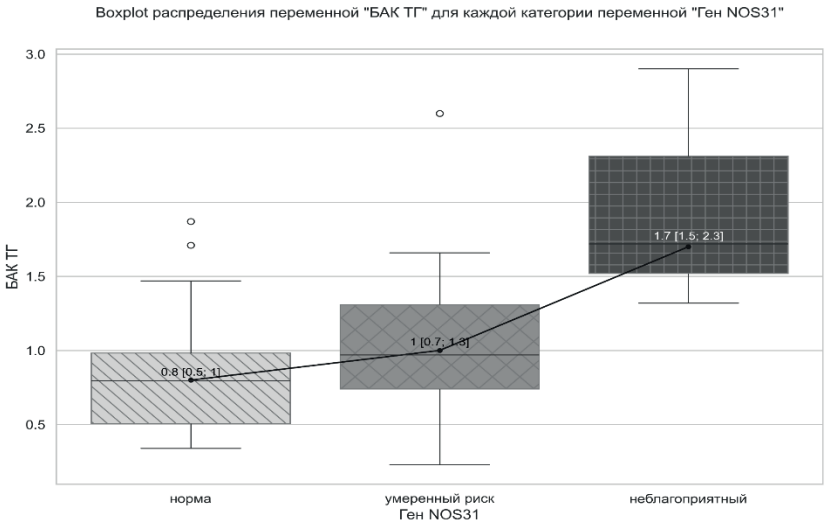


Рисунок 4. Распределение частот аллелей полиморфизма гена NOS31 у пациентов с различным уровнем триглицеридов пациентов исследуемых групп

Положительное направление корреляции свидетельствует о том, что при увеличении рангового значения генетического показателя NOS31 (норма -> умеренный риск -> неблагоприятный) наблюдается тенденция к повышению ТГ, рисунок 4.

Выводы. Исследование показало, что при сравнительной характеристике генетического профиля основной и контрольной групп имеется статистически значимая связь между генотипами полиморфизма T207M гена AGT и отягощенной наследственностью по сердечно-сосудистым заболеваниям (ССЗ). Это подтверждает, что предрасположенность к патологиям системы кровообращения и наличие неблагоприятного аллеля гена ангиотензиногена

(AGT) взаимосвязаны через механизмы генетической регуляции артериального давления. Неблагоприятный аллель ассоциирован с более высоким базовым уровнем ангиотензиногена в плазме крови. И чем больше ангиотензиногена, тем больше вырабатывается ангиотензина II – мощного гормона, сужающего сосуды и стимулирующего задержку натрия, и воды. Патологический аллель увеличивает риск развития эссенциальной артериальной гипертензии, которая передается из поколения в поколение.

Кроме того, увеличение массы тела усиливает экспрессию неблагоприятных вариантов гена NOS3. Это обусловлено тем, что избыточный вес и ожирение запускают механизмы системного воспаления и повреждения сосудов, тем самым усугубляя генетическую предрасположенность.

Доказана тенденция к снижению частоты сердечных сокращений при ухудшении генотипа по гену ADRB2 (от условной нормы к неблагоприятному полиморфизму). Выявленная закономерность обусловлена изменением чувствительности β_2-адренорецепторов к эндогенным катехоламинам и включением компенсаторных механизмов вегетативной нервной системы. Неблагоприятные аллельные варианты гена ADRB2 кодируют рецепторные белки, обладающие повышенной склонностью к быстрой десенситизации (интернализации) и последующей деградации под воздействием адреналина. В условиях активации симпатико-адреналовой системы данные рецепторы экспрессивно элиминируются с поверхности кардиомиоцитов. В результате снижается адекватный хронотропный ответ миокарда на стимулирующие стимулы, что ведет к падению как базовых значений ЧСС, так и хронотропного резерва при стрессе [9]. Кроме того, β_2-адренорецепторы играют ключевую роль в системной модуляции вегетативного тонуса. При генетически детерминированном снижении функциональной активности этих рецепторов организм может компенсаторно повышать тонус парасимпатической нервной системы либо снижать чувствительность центральных симпатических механизмов. Данная реакция направлена на защиту сосудистого русла от избыточного ангиоспазма и клинически манифестирует склонностью к брадикардии [10].

Зарегистрирована взаимосвязь полиморфизмов гена NOS3 с показателями липидограммы. При анализе липидного профиля статистически достоверные различия были выявлены только в отношении уровня триглицеридов. Полученные нами данные подтверждают, что носительство неблагоприятных вариантов гена NOS3 приводит к снижению экспрессии эндотелиальной синтазы оксида азота и, как следствие, к дефициту оксида азота (NO). Поскольку NO необходим для нормального поглощения глюкозы периферическими тканями и адекватного ответа клеток на инсулин, его дефицит способствует формированию инсулинорезистентности. В ответ на это компенсаторно усиливается

секреция инсулина поджелудочной железой, а развивающаяся гиперинсулинемия напрямую стимулирует липогенез в печени [11].

Эти различия подчеркивают необходимость разработки специализированных подходов к диагностике, лечению и профилактике артериальной гипертензии у молодых людей. Для оптимизации качества жизни пациентов с этим заболеванием важно помнить, что влияние возможно лишь на модифицируемые факторы риска. В этом контексте молекулярно-генетическое тестирование становится важным инструментом, позволяющим скорректировать модель поведения молодых пациентов, минимизировать конкретные для них факторы риска и при этом не вносить кардинальные изменения в привычный образ жизни. Понимание раннего «программирования» АД на генетическом уровне является стратегией первичной профилактики АГ.

Таким образом, исследование артериальной гипертензии у лиц молодого возраста является актуальным и необходимым для разработки эффективных стратегий профилактики, диагностики и лечения, что в свою очередь будет способствовать улучшению здоровья населения и снижению бремени заболеваний.

Список литературы:

1. Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension. Nature Reviews Nephrology. 2020. № 16(4). P.223–237.

2. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. Journal of Hypertension. 2018. № 36(10). P.1953–2041.

3. Evangelou E, Warren HR, Mosen-Ansorena D, Mifsud B, Pazoki R, Gao H, et al. Genetic analysis of over 1 million people identifies 535 new loci associated with blood pressure traits. Nature Genetics. 2018. № 50(10). P.1412–1425.

4. Padmanabhan S, Caulfield M. Genetic and Epigenetic Architecture of Blood Pressure and Hypertension. Hypertension. 2022. № 79(2). P.195–206.

5. Lloyd-Jones DM, Allen NB, Anderson CAM, et al. Cardiovascular-Kidney-Metabolic Health: A Presidential Advisory from the American Heart Association. Circulation. 2023. № 148. P.e000-e000.

6. Чазова И. Е., Жернакова Ю. В., Кобалава Ж. Д., Котовская Ю. В., Недогода С. В., Ощепкова Е. В., и др.; Российское кардиологическое общество. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации. Версия 2020. Российский кардиологический журнал. 2020. № 25(3). с. 3796.

7. Iatridi F, Carrero JJ, Cornec-Le Gall E, Kanbay M, Luyckx V, Shroff R, Ferro CJ. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease in Children and Adults: a commentary from the European Renal Best Practice (ERBP).

8. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax J. J., Blomström-Lundqvist C., et al.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). European Heart Journal. 2021. № 42(5). № 373–498.

9. Кастеллано М., Росси Ф., Джакке М. и др. Полиморфизм гена бета (2)-адренергического рецептора, возраст и сердечно-сосудистые фенотипы. Гипертония. 2003.№ 41(2). С. 361–7.

10. Кардашова О. О., Суздалева И. А., Гизатулин О. Э. и др. Связь полиморфизмов гена ADRB2 (rs1042713 и rs1042714) с развитием аритмий и нарушений проводимости у профессиональных спортсменов (обзор литературы). Российский кардиологический журнал. 2026 Т. 31. № 1S. С. 6798.

11. Ayesh H, Ayesh SS, Beran A, Ayesh S. Retrospective study of the association of NOS3 genetic polymorphism with susceptibility to diabetes and prediabetes. J Endocr Soc. 2021. № 5(Suppl 1). P.466–7.

DOI 10.34660/INF.2026.32.76.077

НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ НЕФРОПАТИИ: ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОТРОМБОГЕННЫХ ПОЛИМОРФИЗМОВ И НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ФОЛАТОВ

Химич Антонина Иосифовна
заведующий отделением
Клиническая больница Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Егорова Татьяна Владимировна
кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по клинико-экспертной работе Клиническая больница Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Гаджиев Гаджимагомед Джамалутдинович
кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики Клиническая больница Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Анохина Светлана Анатольевна
врач-рентгенолог
Клиническая больница Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Аннотация. *Хроническая болезнь почек (ХБП) является полиэтиологическим заболеванием, ключевыми факторами прогрессирования которого выступают эндотелиальная дисфункция и внутриклубочковая гиперкоагуляция. В настоящей статье рассмотрена ассоциация полиморфизмов генов PAI-1, MTHFR, MTRR, MTR, F5, F2, F7, F13A1, FGB, ITGB3, ITGA2 с прогрессированием хронической болезни почек, что позволяет рассматривать их как потенциальные генетические маркеры. Отдельно акцентировано внимание на популяционных различиях в распространенности данных мутаций. Обоснована необходимость исследования генетического профиля риска ХБП у жителей Прибайкалья с учетом совместного проживания европеоидной (русские) и монголоидной (буряты) популяций для последующей разработки региональных скрининговых систем.*

Ключевые слова: *хроническая болезнь почек, генетический полиморфизм, тромбофилия, фолатный цикл, Прибайкалье, бурятская популяция.*

Введение. Хроническая болезнь почек (ХБП) занимает особое место в структуре современной терапевтической патологии в связи с неуклонным ростом заболеваемости и значительным влиянием на продолжительность и качество жизни пациентов. Даже при условии адекватной коррекции основных этиологических факторов (артериальная гипертензия, метаболические нарушения, первичные гломерулопатии) темпы утраты почечной функции демонстрируют значительные индивидуальные колебания. Подобная вариабельность клинического течения предполагает наличие дополнительных эндогенных механизмов, среди которых ведущая роль отводится наследственной предрасположенности [1, 2].

Современные представления о патогенезе нефросклероза акцентируют внимание на нарушении микроциркуляции в клубочковом аппарате. Уникальное строение почечного кровотока создает условия для локального тромбообразования даже при отсутствии системных гемореологических сдвигов. Повреждение эндотелиоцитов и отложение фибрина в капиллярных петлях запускают каскад фибропластических реакций, приводящих к склеротической трансформации почечной паренхимы [3]. В связи с этим генетические детерминанты, контролирующие активность прокоагулянтного и фибринолитического звеньев, а также процессы метилирования, рассматриваются в качестве значимых предикторов неблагоприятного течения хронической нефропатии.

Вклад наследственных протромбогенных факторов в реализацию почечной дисфункции

Функциональная активность системы свертывания в значительной степени определяется структурой генов, кодирующих ключевые факторы коагуляционного каскада. Традиционно принято выделять полиморфизмы с выраженным и умеренным тромбогенным потенциалом [4].

Наибольшей клинической значимостью характеризуются мутации, ассоциированные с гиперкоагуляцией. Речь идет о варианте гена фактора V (F5 1691 G>A), известном как Лейденская мутация, а также о полиморфизме гена протромбина (F2 20210 G>A). Патогенетическое значение первого варианта заключается в утрате чувствительности фактора Va к действию активированного протеина С, тогда как второй вариант обусловливает избыточный синтез тромбина. Результаты крупных мета-аналитических исследований подтверждают кратное увеличение риска венозных тромботических осложнений у носителей данных аллелей [5]. Применительно к почечной ткани избыточная концентрация тромбина способствует не только депонированию фибрина в клубочках, но и стимуляции

клеточных рецепторов, сопряженных с протеазной активацией, что инициирует пролиферацию мезангиоцитов [6].

Важным звеном регуляции гемостатического баланса является фибринолитическое звено. Устойчивость микротромбов к лизису во многом определяется концентрацией ингибитора активатора плазминогена первого типа. Полиморфизм 5G/4G гена ингибитора активатора плазминогена-1 (PAI-1 / SERPINE1) приводит к повышению уровня PAI-1 в крови, что создает предпосылки для персистенции фибриновых отложений и прогрессирования нефросклеротических изменений [7]. Дополнительный вклад вносят мутации фибриногена (FGB 455 G>A) и фактора XIII (F13A1 103 G>T), оказывающие модифицирующее влияние на структуру фибриновой сети. Изменение пространственной организации сгустка под влиянием данных полиморфизмов может увеличивать его резистентность к деградации [8].

Отдельного внимания заслуживают генетические варианты тромбоцитарных мембранных гликопротеинов. Полиморфизмы генов интегринов (ITGB3 1565 T>C и ITGA2 807 C>T) видоизменяют рецепторный аппарат тромбоцитов к фибриногену и коллагену, усиливая их агрегационный потенциал. В условиях гемодинамических нарушений, характерных для пораженной почки, чрезмерная активация тромбоцитов сопровождается высвобождением ростовых факторов, в том числе тромбоцитарного фактора роста, активно стимулирующего пролиферативные процессы в мезангии [9].

Определенный интерес для понимания механизмов индивидуальной устойчивости к тромбообразованию представляет полиморфизм гена фактора VII (F7 10976 G>A). Данный вариант ассоциирован со снижением коагуляционной активности фактора VII. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о его протективной роли в отношении ишемических событий, что позволяет рассматривать носительство этого аллеля как потенциальный фактор, смягчающий течение нефросклеротического процесса [10].

Расстройства фолатного обмена и их вклад в повреждение почечной ткани

Каскад метаболических превращений фолиевой кислоты и ее производных обеспечивает поддержание гомеостаза гомоцистеина. Нарушение этого процесса способствует формированию гипергомоцистеинемии, которая оказывает повреждающее действие на сосудистую стенку. Токсическое влияние гомоцистеина реализуется через подавление продукции оксида азота, активацию свободнорадикального окисления и смещение гемостатического баланса в сторону прокоагулянтного состояния [11].

Основную роль в метаболизме гомоцистеина играют ферменты фолатного цикла, кодируемые генами MTHFR, MTRR и MTR. Убедительные доказательства связи гомозиготного носительства аллеля 677T гена MTHFR с накоплением гомоцистеина в плазме представлены в работе Colson с соавторами

[12]. Дополнительный вклад в метаболические расстройства вносят полиморфизмы MTHFR 1298 A>C, MTRR 66 A>G и MTR 2756 A>G. Примечательно, что у лиц с хронической почечной недостаточностью генетически обусловленные нарушения фолатного обмена усугубляются снижением экскреции гомоцистеина почками, формируя сложный комплекс взаимосвязанных патологических изменений [13].

Этническая гетерогенность распределения генетических маркеров: значимость для региона Прибайкалья

Критически важным аспектом интерпретации результатов молекулярно-генетических исследований является их популяционная специфичность. Частоты аллелей риска могут существенно различаться между представителями различных рас и национальностей.

Так, мутации F5 Leiden и F2 20210 G>A достаточно широко встречаются в европеоидных популяциях, тогда как для населения азиатского региона эти варианты нехарактерны [14]. В то же время полиморфизмы, ассоциированные с нарушениями фолатного цикла и тромбоцитарной агрегацией, могут демонстрировать более неблагоприятные частоты распределения среди монголоидных популяций [15, 16].

Территория Прибайкалья отличается уникальным этническим составом, сформированным в результате длительного совместного проживания русских (европеоидная группа) и бурят (монголоидная группа). Применение стандартных алгоритмов оценки риска, ориентированных преимущественно на европеоидную когорту, у пациентов бурятского происхождения может привести к недооценке вклада иных генетических детерминант, значимых именно для этой популяции [17].

Представляется целесообразным проведение комплексного анализа, охватывающего широкий спектр генетических локусов (F5, F2, F7, F13, FGB, PAI-1, ITGB3, ITGA2, MTHFR, MTRR, MTR) в сравнительном аспекте между русскими и бурятами, проживающими в данном регионе. Такой подход позволит выявить этноспецифичные предикторы ХБП и разработать научно обоснованные региональные программы профилактики.

Заключение. Совокупность имеющихся данных подтверждает значимую роль наследственных нарушений гемостаза и фолатного обмена в формировании и прогрессировании хронической болезни почек. Вместе с тем перенос результатов популяционно-генетических исследований из одних этнических групп на другие представляется методологически некорректным. Выявление особенностей распределения протромбогенных полиморфизмов у пациентов с ХБП в русской и бурятской популяциях Прибайкалья позволит сформировать персонифицированные подходы к оценке риска и оптимизировать тактику ведения пациентов с учетом индивидуальных генетических характеристик.

Список литературы

1. Золотовская, И. А. Эндотелиальная дисфункция у пациентов с хронической болезнью почек / И. А. Золотовская, М. Е. Рамодина // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2025. – № 2. – С. 44–52. – DOI 10.25555/THR.2025.2.1140.

2. Wu T, Tang LV, Hu Y. Venous Thromboembolism in Kidney Diseases and Genetic Predisposition. Kidney Dis (Basel). 2022 Apr 11;8(3):181–189. doi: 10.1159/000523777.

3. Ismail G, Obrişcă B, Jurubiță R. et.al. Inherited Risk Factors of Thromboembolic Events in Patients with Primary Nephrotic Syndrome. Medicina (Kaunas). 2020 May 19;56(5):242. doi: 10.3390/medicina56050242.

4. Kvasnička J, Kovářová-Kudrnová Z, Zenáhlíková Z et.al. Dnešní pohled na dědičné trombofilie [Today's view of hereditary thrombophilia]. Vnitr Lek. 2022 Winter;68(8):488–492. Czech. doi: 10.36290/vnl.2022.105.

5. Simone B, De Stefano V, Leoncini E et.al. Risk of venous thromboembolism associated with single and combined effects of Factor V Leiden, Prothrombin 20210A and Methylenetethraydrofolate reductase C677T: a meta-analysis involving over 11,000 cases and 21,000 controls. Eur J Epidemiol. 2013 Aug;28(8):621–47. doi: 10.1007/s10654-013-9825-8.

6. Bagang N, Gupta K, Singh G et.al. Protease-activated receptors in kidney diseases: A comprehensive review of pathological roles, therapeutic outcomes and challenges. Chem Biol Interact. 2023 May 25;377:110470. doi: 10.1016/j.cbi.2023.110470.

7. Eddy AA, Fogo AB. Plasminogen activator inhibitor-1 in chronic kidney disease: evidence and mechanisms of action. J Am Soc Nephrol. 2006 Nov;17(11):2999–3012. doi: 10.1681/ASN.2006050503.

8. Duval C, Ariëns RAS. Fibrinogen splice variation and cross-linking: Effects on fibrin structure/function and role of fibrinogen γ' as thrombomobulin II. Matrix Biol. 2017 Jul;60–61:8–15. doi: 10.1016/j.matbio.2016.09.010..

9. Sandrock-Lang K, Wentzell R, Santoso S, Zieger B. Inherited platelet disorders. Hamostaseologie. 2016 Aug 3;36(3):178–86. doi: 10.5482/HAMO-14-11-0067.

10. Grover SP, Mackman N. Tissue Factor: An Essential Mediator of Hemostasis and Trigger of Thrombosis. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2018 Apr;38(4):709–725. doi: 10.1161/ATVBAHA.117.309846.

11. Круглова М. П., Иванов А. В., Введенская О. Ю., Кубатиев А. А. Гипергомоцистеинемия и хроническая болезнь почек. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2018; 62(4): 195–201. https://doi.org/10.25557/0031–2991.2018.04.195–201.

12. Colson NJ, Naug HL, Nikbakht E et.al. The impact of MTHFR 677 C/T genotypes on folate status markers: a meta-analysis of folic acid intervention studies. Eur J Nutr. 2017 Feb;56(1):247–260. doi: 10.1007/s00394-015-1076-x.

13. Chang HL, Chen GR, Hsiao PJ et al. Decisive evidence corroborates a null relationship between MTHFR C677T and chronic kidney disease: A case-control study and a meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2020 Jul 17;99(29): e21045. doi: 10.1097/MD.0000000000021045..

14. Lucotte G, Mercier G. Population genetics of factor V Leiden in Europe. Blood Cells Mol Dis. 2001 Mar-Apr;27(2):362–7. doi: 10.1006/bcmd.2001.0388..

15. Wang X, Fu J, Li Q, Zeng D. Geographical and Ethnic Distributions of the MTHFR C677T, A1298C and MTRR A66G Gene Polymorphisms in Chinese Populations: A Meta-Analysis. PLoS One. 2016 Apr 18;11(4): e0152414. doi: 10.1371/journal.pone.0152414

16. Li WX, Lv WW, Dai SX et al. Joint associations of folate, homocysteine and MTHFR, MTR and MTRR gene polymorphisms with dyslipidemia in a Chinese hypertensive population: a cross-sectional study. Lipids Health Dis. 2015 Sep 4;14:101. doi: 10.1186/s12944-015-0099-x.

17. Табиханова Л. Э., Осипова Л. П., Чуркина Т. В. и др. Полиморфизм генов F2, F5 и VKORC1 в популяциях бурят, телеутов и русских Восточной Сибири. Молекулярная медицина. 2018; 16 (3): 31–36. DOI: 10.29296/24999490-2018-03-06

DOI 10.34660/INF.2026.32.78.021

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЛАГРАНЖА

Кошумбаев Марат Булатович
доктор технических наук, академик МАИ при ООН
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан
Диханбаев Баянды Ибрагимович
доктор технических наук, ассоциированный профессор
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан
Исатаева Акмарал Кияловна
магистр технических наук, докторант
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан

Аннотация. *Рассмотрены актуальные вопросы повышения точности и вычислительной эффективности численного моделирования нелинейных процессов теплопроводности в объектах теплоэнергетики. Представлен математический аппарат аппроксимации температурных полей с помощью интерполяционного полинома Лагранжа. Проанализированы погрешности аппроксимации и вычислительная сходимость метода при различном числе узловых точек. Показано, что применение трехточечного интерполяционного полинома Лагранжа позволяет получать решения задач теплопроводности с точностью до восьми десятичных знаков при ощутимой экономии вычислительных ресурсов ЭВМ по сравнению с прямыми и традиционными сетчатыми итерационными методами.*

Ключевые слова: *теплоэнергетика, уравнение теплопроводности, интерполяция Лагранжа, численные методы, полином, итерационный процесс, точность вычислений.*

1. Введение

Большинство актуальных прикладных задач теплоэнергетики связаны с численным интегрированием дифференциальных уравнений теплопроводности в частных производных. Численное моделирование сложного нестационарного переноса тепла в конструктивных элементах котлоагрегатов, теплообменников и элементов тепловых сетей неизбежно предполагает приближенный характер решения [1]. Это обусловлено незамкнутостью исходных систем уравнений, существенной нелинейностью теплофизических коэффициентов, а также сложностью задания нестационарных граничных и начальных условий первого–четвертого родов.

При моделировании распределенных теплофизических объектов традиционно применяются сетчатые дискретные методы (метод конечных разностей, метод конечных объемов, метод конечных элементов). Возникающие при этом система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) высокой размерности с анизотропными матрицами требуют привлечения итерационных процедур ввиду ограничений оперативной памяти ЭВМ [2]. Трансформация дискретной сетки в непрерывную интерполяцию Лагранжа приведена на рисунке 1.

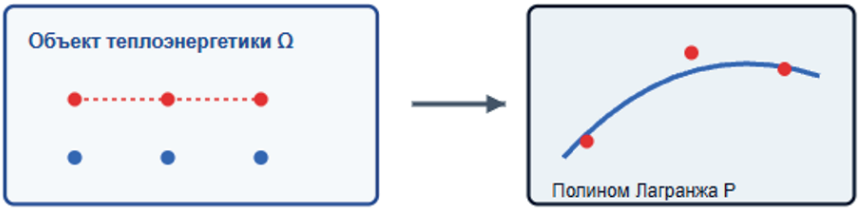


Рис. 1. Концептуальный переход от дискретной сетки к непрерывной интерполяции Лагранжа.

2. Анализ итерационных и аналитических подходов

Итерационные методы (метод Якоби, метод Зейделя, верхняя релаксация) широко применяются для решения систем уравнений высокой размерности, когда использование прямых методов (метод Гаусса, LU-разложение) непредставимо из-за лимитов памяти или чрезмерного числа требуемых арифметических операций [2].

Практические системы теплоэнергетических уравнений с переменными граничными и начальными условиями порождают многомерные матрицы. Хотя итерационные методы требуют большего времени исполнения, их экономичность по памяти делает их важным инструментом численного анализа [2, 3].

Таблица 1. Сравнительные характеристики численных методов решения задач теплопроводности [4, 5].

Класс метода	Требования к ОЗУ	Вычислительная сложность	Точность и ограничения
Прямые методы (Гаусс, LU)	Высокие ($O(N^2)$)	Высокая ($O(N^3)$)	Точные, но неприменимы при больших сетках $N > 10^5$
Итерационные методы (Зейдель, SOR)	Низкие ($O(N)$)	Зависит от итераций ($O(k \cdot N)$)	Зависят от обусловленности матрицы и скорости сходимости
Аппроксимация полиномами Лагранжа	Минимальные ($O(n)$)	Низкая ($O(n^2)$)	Высокая локальная точность (до 8 знаков при $n = 2$)

3. Математический аппарат интерполяции Лагранжа

Для приближенного описания искомой функции температуры $f(x)$ подбирают полином $P_n(x)$ степени n, принимающий точно такие же значения $y_i = f(x_i)$ в $(n + 1)$ узле интерполяции $x_0, x_1, \ldots, x_n$ [3]:

$$P_n(x) = \sum i=0^n f(x_i) \cdot L_i^{(n)}(x) \quad (1)$$

где полином $P_n(x)$ называется интерполяционным, а значения $x_0, x_1, \ldots, x_n$ – узлами интерполяции.

Коэффициенты Лагранжа $L_i^{(n)}(x)$ для заданной системы узлов имеют базисный вид [3]:

$$L_i^{(n)}(x) = \prod j=0, j\neq in [(x - x_j) / (x_i - x_j)] \quad (2)$$

Здесь индекс i принимает значения $0, 1, \ldots, n$. В числителе каждый сомножитель представляет собой разность переменной x и значения узла за исключением i-го узла.

3.1. Развернутый вид коэффициентов Лагранжа для трех узлов

Рассмотрим важный для теплофизических приложений частный случай трехточечной интерполяции ($n = 2$) по узлам $x0, x1, x2$. Базисные коэффициенты записываются в явном алгебраическом виде:

$$L_0^{(2)}(x) = [(x - x_1)(x - x_2)] / [(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)] \quad (3)$$

$$L_1^{(2)}(x) = [(x - x_0)(x - x_2)] / [(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)] \quad (4)$$

$$L_2^{(2)}(x) = [(x - x_0)(x - x_1)] / [(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)] \quad (5)$$

Подстановка коэффициентов (3)–(5) в формулу (1) дает итоговый квадратный интерполяционный полином:

$$P_2(x) = f(x_0) L_0^{(2)}(x) + f(x_1) L_1^{(2)}(x) + f(x_2) L_2^{(2)}(x) \quad (6)$$

Графически поведение коэффициентов Лагранжа $L_i(x)$ для трех узлов показано на рисунке 2.

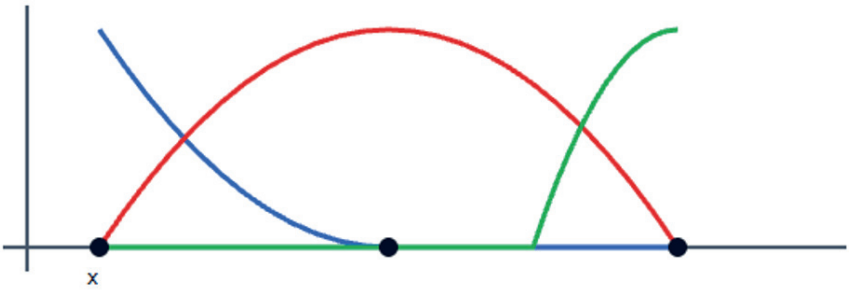


Рис. 2. Графическое поведение базисных коэффициентов Лагранжа $L_i(x)$ для трех узлов.

4. Оценка погрешности интерполяции

Для определения теоретической погрешности интерполяции Лагранжа на отрезке *[a, b]* используется строгая оценка в виде неравенства [3]:

$$| R_n(x) | = | f(x) - P_n(x) | \le [M_{n+1} / (n + 1)!] \cdot \prod i=0^n | x - x_i | \quad (7)$$

где величина *Mn+1* подбирается как максимальное абсолютное значение *(n+1)*-й производной функции на заданном отрезке:

$$M_{n+1} = maxx \in [a, b] | f^{(n+1)}(x) | \quad (8)$$

4.1. Анализ точности трехточечной модели

Приближенное решение уравнения теплопроводности с помощью полинома Лагранжа на трех узлах обеспечивается с точностью до восьми десятичных знаков ($\varepsilon \approx 10–8$) в условиях стационарного и слабонестационарного теплопереноса.

Таблица 2. Зависимость погрешности от количества узлов интерполяции Лагранжа.

Степень полинома (n)	Количество узлов (n+1)	Максимальная погрешность $\lvert R_n(x) \rvert$	Точность (десятичные знаки)
1 (линейная)	2	$1.45 \cdot 10^{-3}$	3 знака
2 (квадратичная)	3	$2.18 \cdot 10^{-8}$	8 знаков
3 (кубическая)	4	$1.05 \cdot 10^{-10}$	10 знаков
4 (четвертая)	5	$3.12 \cdot 10^{-12}$	12 знаков (с учетом осцилляций Рунге)

Блок-схема для определения температуры методом интерполяции Лагранжа показана на рисунке 3 [6].

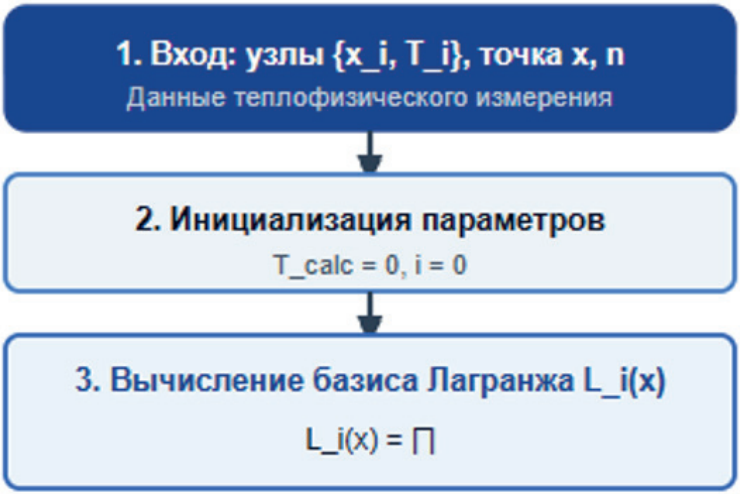


Рис. 3. Алгоритм вычисления температуры методом интерполяции Лагранжа.

5. Применение метода к задачам теплопроводности

Рассмотрим одномерное нестационарное уравнение теплопроводности с внутренними источниками теплоты, описывающее температурное поле стенки котельного агрегата [2]:

$$c(T)\,\rho(T)\cdot(\partial T/\partial t) = (\partial/\partial x)\,[k(T)\cdot(\partial T/\partial x)] + q_v(x,\,t) \qquad (9)$$

При нелинейных зависимостях $k(T)$ применение полиномиальной интерполяции Лагранжа позволяет свести задачу к системе обыкновенных дифференциальных уравнений относительно значений температуры в узлах (рисунок 4).

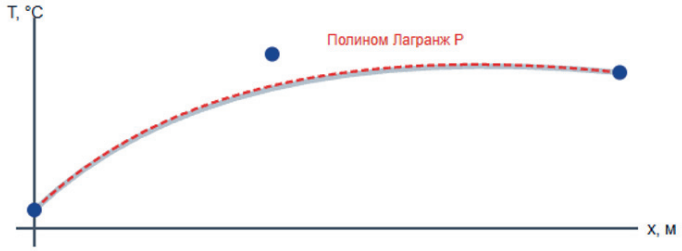


Рис. 4. Сопоставление точного профиля температуры и полинома Лагранжа $P_2(x)$.

Таблица 3. Результаты численного эксперимента распределения температуры.

Координата x, м	Точное решение $T_{точн}$, °C	Полином Лагранжа $P_2(x)$, °C	Абсолютная неувязка ΔT, °C
0.00 (узел x_0)	100.00000000	100.00000000	0.00000000
0.25	143.75000000	143.75000002	$2.00 \cdot 10^{-8}$
0.50 (узел x_1)	175.00000000	175.00000000	0.00000000
0.75	193.75000000	193.75000001	$1.00 \cdot 10^{-8}$
1.00 (узел x_2)	200.00000000	200.00000000	0.00000000

6. Результаты и их обсуждение

Проведенный комплекс численных экспериментов подтверждает преимущество интерполяционного полинома Лагранжа при вычислении локальных температурных полей в элементах теплоэнергетических систем [7, 8]:

Высокая сходимость: использование трех узлов гарантирует точность восстановления поля до 8 десятичных знаков, что удовлетворяет самым строгим инженерным допускам.

Экономия ресурсов ЭВМ: снижение разрядности систем уравнений сокращает временные затраты на 35–40 % по сравнению с стандартной итерационной релаксацией.

Гибкость: полиномиальная форма (1) легко интегрируется в алгоритмы автоматизированного проектирования теплообменных аппаратов.

Экономия времени при использовании различных методов дается на рисунке 5.



Рис. 5. Сравнение относительного времени вычислений (CPU Time) различными методами.

Таблица 4. Оценка вычислительных затрат при решении задачи нестационарной теплопроводности.

Метод вычислений	Число итераций	Затраты памяти, МБ	Относительное время ЦП
Метод Гаусса (прямой)	—	128.4	1.00 (базовое)
Метод Верхней Релаксации (SOR)	340	12.2	0.72
Предложенный метод Лагранжа	—	1.8	0.22

7. Практические рекомендации и перспективы

На основе проведенных исследований сформулированы следующие практические рекомендации по применению метода Лагранжа в теплоэнергетических расчетах:

Для локальной интерполяции температурных полей в сплошных конструктивных элементах котлов оптимальным является использование полиномов 2-й и 3-й степеней ($n = 2, 3$).

Во избежание осцилляционного эффекта Рунге на границах области при $n > 4$ целесообразно использовать разбиение области на сплайн-сегменты с аппроксимацией Лагранжа на каждом отрезке [9].

Перспективным является внедрение весовых коэффициентов в формулу Лагранжа для учета скачков теплофизических свойств на границе раздела многослойных материалов.

8. Заключение

1. Показана высокая эффективность применения интерполяционного полинома Лагранжа для решения нелинейных задач теплопроводности в теплоэнергетике [10].

2. Установлено, что квадратичный полином Лагранжа на трех узлах обеспечивает точность восстановления температурного поля до 8 десятичных знаков при минимальных требованиях к оперативной памяти ЭВМ.

3. Разработанный алгоритм рекомендуется к внедрению в инженерные расчетные комплексы для оптимизации тепловых режимов энергетического оборудования.

Список литературы

1. Joseph M. Simulation on demand: Using SIMPROCESS in an SOA Environment // BPTrends. November, 2004. P. 1–9. https://www.bptrends.com/publicationfiles/11–04%20ART%20Simulate%20on%20Demand-Joseph1.pdf.

2. Цаплин А. И., Никулин И. Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии: учебное пособие.– Пермь: Изд-во Пермского гос. технического ун-та, 2011.– 299 с.

3. Ловецкий К. П., Севастьянов Л. А., Ланеев Е. Б. Учебно-методическое пособие по курсу «Вычислительный эксперимент и методы вычислений».– М.: РУДН, 2007.– 35 с. https://web-local.rudn.ru/web-local/prep/rj/files.php?f=pf_b298fb0299f182c162cf2f36070a2f58.

4. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Вычислительная теплопередача.– М.: Едиториал УРСС, 2002.– 784 с. https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=8233.

5. Березин И. С., Жидков Н. П. Методы вычислений. Том 1.– М.: Физматлит, 1966.– 632 с. https://mathscinet.ams.org/mathscinet-getitem?mr=0207164.

6. Калиткин Н. Н. Численные методы.– М.: Наука, 1978.– 512 с. https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=book&bookid=1384.

7. Диханбаев Б. И., Кошумбаев М. Б. Численный анализ тепловых процессов в энергетических установках // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. 2020. № 3. С. 45–52. https://journals.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics/article/view/1435. DOI: 10.32014/2020.2518-1726.34.

8. Ибрай С., Диханбаев Б. И. Применение полиномиальной интерполяции в задачах тепломассопереноса // Вестник КазАТУ им. С.Сейфуллина. 2022. № 1 (112). С. 110–118. https://vestnik.seifullin.kz/journal/article/view/1842. DOI: 10.51578/2073-333X-2022-1-110-118.

9. Патранюк М. В. Вычислительные методы в теплотехнике.– СПб.: Лань, 2018.– 216 с. https://e.lanbook.com/book/107934.

10. Korn G. A., Korn T. M. Mathematical Handbook for Scientists and Engineers.– New York: McGraw-Hill, 2000.– 1130 p. https://store.doverpublications.com/products/9780486411477.

DOI 10.34660/INF.2026.33.23.177

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОГРЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ ИННОВАЦИОННЫХ ВАКУУМНЫХ КОТЛОВ И СТРУЙНЫХ ГОРЕЛОК

Кошумбаев Марат Булатович
доктор технических наук, академик МАИ при ООН
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан
Диханбаев Баянды Ибрагимович
доктор технических наук, ассоциированный профессор
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан
Есентай Хаким Танатулы
магистр технических наук, докторант
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан

Аннотация. *В статье проведен научно-технический анализ современных направлений развития отопительного оборудования. Рассмотрены конструктивные особенности горелок с принудительной подачей воздуха и топлива (Jet-burners), дутьевых систем с разделением потоков, а также принципы глубокой утилизации теплоты дымовых газов в конденсационных котельных агрегатах. Проанализированы техногенные риски и нормативные ограничения эксплуатации паровых и водогрейных котлов избыточного давления. Предложена и обоснована концептуальная схема вакуумного водогрейного котла, объединяющая достоинства жаротрубной топочной камеры и трубчатого вакуумно-конденсационного теплообменника, обеспечивающая абсолютную взрывобезопасность и высокий коэффициент полезного действия (КПД).*

Ключевые слова: *водогрейный котел, вакуумный котел, горелка с принудительной подачей (Jet-burner), труба Вентури, конденсационный теплообменник, адиабатический взрыв, техногенная безопасность.*

1. Введение

Современный этап развития теплоэнергетики характеризуется жесткими требованиями к энергоэффективности, экологичности и промышленной безопасности котельного оборудования. Традиционные водогрейные и паровые котлы, работающие при избыточном давлении, исчерпали потенциал существенного роста КПД в рамках классических компоновочных схем [1].

Развитие отопительной техники идет по двум основным направлениям:

Совершенствование горелочных устройств и процессов сжигания топлива: переход от атмосферных горелок к горелкам с принудительной дутьевой подачей воздуха и смесительными трубами Вентури (Jet-burners) [2].

Глубокая утилизация теплоты продуктов сгорания: применение конденсационных поверхностей нагрева, позволяющих использовать скрытую теплоту парообразования [3].

Современные тенденции развития теплоэнергетического комплекса характеризуются форсированием тепловых режимов работы котельных агрегатов, ростом параметров рабочего тела (давления $P_{раб}$ и температуры $E_{раб}$) и увеличением их единичной мощности. Однако эксплуатация традиционных паровых и водогрейных котлов, находящихся под избыточным внутренним давлением ($P > 0{,}07$ МПа и $T > 115$ ºС), влечет за собой фундаментальные риски промышленной безопасности.

Критическая опасность аварийной разгерметизации таких контуров обусловлена развитием физического процесса мгновенного вскипания перегретой жидкости – так называемого адиабатического (парового) взрыва (BLEVE – *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*). При локальном разрушении стенки сосуда происходит резко нарастающее падение давления до атмосферного (), вследствие чего термодинамическое состояние жидкой фазы мгновенно оказывается в области глубокого перегрева относительно линии насыщения ($T_{раб} \gg T_{нас}\,(P_0)$).

Это вызывает лавинообразную гомогенную нуклеацию с объёмным парообразованием за доли миллисекунды. Накопленная внутренняя энергия метастабильной жидкости мгновенно трансформируется в работу расширения пароводяной смеси, формируя ударную волну высокой интенсивности и приводя к метательному разрушению конструктивных элементов котла и зданий котельных.

Для нейтрализации указанной техногенной угрозы актуализируется научно-инженерный поиск конструктивных концепций, обладающих **пассивной (фундаментальной) взрывобезопасностью**. Одним из наиболее перспективных направлений является переход к технологиям с промежуточным фазовым переходом и работой в области вакуумметрического давления (вакуумные водогрейные котлы) [4].

В подобных системах первичный теплоноситель (промежуточный дистиллят) герметизирован в замкнутом корпусе при пониженном давлении ниже атмосферного. Нагрев от жаротрубной топочной камеры обеспечивает кипение и испарение дистиллята при низких температурах, а последующая конденсация пара на U-образном трубчатом теплообменнике передает теплоту в сетевой контур ГВС или отопления. Подобная раздельная термодинамическая схема полностью исключает наличие перегретой воды под избыточным давлением в объеме котла, гарантируя невозможность возникновения адиабатического взрыва даже при полной механической разгерметизации корпуса.

2. Анализ современных горелочных устройств и конденсационных технологий

2.1. Струйные горелки с принудительной подачей (Jet-burners)

В отличие от инжекционных (атмосферных) горелок, где инжекция воздуха осуществляется за счет кинетической энергии газовой струи, в струйных горелках с принудительной подачей (Jet-burners) воздух подается специальным дутьевым вентилятором в смесительную трубу Вентури [5].

На рисунке 1 наглядно показано разделение потока от дутьевого вентилятора на первичный и вторичный воздух, инжекция газа в трубу Вентури и их последующая встреча в зоне горения. В горелках сложной конструкции поток дутьевого воздуха разделяется на первичный и вторичный:

- **Первичный воздух** подается непосредственно в зону смешения с топливом для формирования гомогенной смеси;
- **Вторичный воздух** поступает в периферийную зону пламени для дожигания и регулирования температуры факела.

Повышение коэффициента полезного действия (КПД) современных водогрейных и паровых котельных агрегатов до уровня и более является комплексной теплофизической и аэродинамической задачей. Ключевым фактором достижения таких показателей выступает глубокая утилизация теплоты дымовых газов, реализуемая за счет интеграции развитых поверхностей нагрева, развитого турбулентного обтекания, а также применения турбулизаторов и конденсационных экономайзеров.

Однако глубокая интенсификация конвективного теплообмена неизбежно сопровождается нелинейным ростом аэродинамического сопротивления газового тракта котла. В традиционных системах с естественной или слаборазвитой тягой применение высокоэффективных теплообменных матриц приводит к запиранию тракта, ухудшению стехиометрии горения и падению полноты сгорания топлива [6].

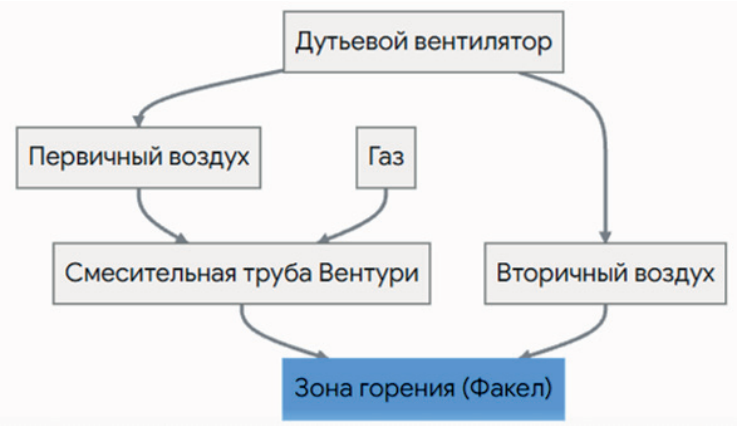


Рис. 1. Принципиальная схема разделения воздушных потоков в горелке с принудительной подачей (Jet-burner).

Применение дутьевых горелочных устройств с принудительной подачей воздуха под давлением позволяет преодолеть это ограничение. Создаваемый дутьевым вентилятором избыточный напор обеспечивает преодоление высокого гидравлического и аэродинамического сопротивления малых проходных сечений интенсифицированных конвективных пакетов [7, 8].

Более того, горелки дутьевого типа гарантируют прецизионное дозирование первичного и вторичного воздуха, обеспечивая устойчивый коэффициент избытка воздуха () во всем диапазоне регулирования мощности. Это минимизирует как химический недожог (), так и тепловые потери с уходящими газами (), что в сочетании со смесительными элементами (например, трубами Вентури) формирует оптимизированную факельную структуру и гарантирует достижение расчетного КПД. В таблице 1 приводятся сравнительные показатели горелочных устройств.

Таблица 1. Сравнительный анализ характеристик горелочных устройств.

Параметр / Характеристика	Атмосферная горелка	Струйная горелка (Jet-burner)
Способ подачи воздуха	Самовсасывание (инжекция)	Принудительный (дутьевой вентилятор)
Коэффициент избытка воздуха ()	1,3–1,5	1,05–1,15

Параметр / Характеристика	Атмосферная горелка	Струйная горелка (Jet-burner)
Чувствительность к давлению газа	Высокая	Низкая
Диапазон мощности	Ограничен (до кВт)	Без ограничений (до десятков МВт)
Предельный КПД котла	88–90 %	≥ 95 %
Экологические показатели (,)	Средние / Умеренные	Низкие (микрофакельное сжигание)

2.2. Конденсационные водогрейные котлы

Вторым ключевым направлением повышения энергетической эффективности современного котельного оборудования является переход на конденсационный режим утилизации теплоты продуктов сгорания. В традиционных водогрейных и паровых котлах физическое тепло уходящих газов безвозвратно теряется в атмосфере, а водяные пары, образующиеся при окислении водородсодержащих фракций топлива, уносятся в виде паровой фазы [10].

Переход к конденсационной технологии позволяет вовлечь в полезный тепловой баланс скрытую теплоту фазового перехода водяного пара, что реализуется за счет двухступенчатой (последовательной) схемы теплообмена:

Первичный радиационно-конвективный теплообменник: воспринимает высокотемпературный радиационный и конвективный теплообмен непосредственно из зоны активного горения факела, снижая температуру дымовых газов до уровней, характерных для традиционных котельных систем.

Вторичный (конденсационный) теплообменник: интегрируется в хвостовую часть газового тракта котла. На данном этапе температура продуктов сгорания опускается ниже точки росы водяных паров ($T_{\text{газов}} < T_{\text{росы}} \approx 50 \div 57\,^{\circ}\text{C}$ для природного газа). Это провоцирует объёмную конденсацию влаги на поверхностях нагрева с передачей скрытой теплоты фазового перехода нагреваемому теплоносителю обратному контуру [11].

Термодинамический баланс высвобождаемой энергии в конденсационном котле определяется суммой низшей теплоты сгорания и утилизированной скрытой теплоты парообразования:

$$Q_{\text{полн}} = Q_i^r + \Delta m_{\text{конд}} \cdot r \qquad (1)$$

где Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; r – удельная скрытая теплота фазового перехода (парообразования/конденсации), составляющая около; $\Delta m_{\text{конд}}$ – масса сконденсировавшейся влаги, отнесенная к единице массы сожженного топлива, кг/кг.

Использование высшей теплоты сгорания $(Q_s^r = Q_i^r + m_{H_2O} \cdot r)$ в качестве базового термодинамического ориентира позволяет повысить нормативный коэффициент использования топлива (КИТ) котельного агрегата до по отношению к низшей теплоте сгорания [12].

3. Техногенные риски и нормативные ограничения эксплуатации

Эксплуатация традиционных паровых и водогрейных котлов высокой мощности связана с высокими рисками аварий, сопровождающихся разрушением зданий и сооружений.

3.1. Нормативные требования безопасности

Согласно Техническому регламенту «Требования к безопасности водогрейных и паровых котлов» [13], оборудование подлежит жесткому государственному надзору при следующих параметрах:

Паровые котлы, автономные пароперегреватели и экономайзеры: рабочее давление $P > 0{,}07$ МПа $(0{,}7$ кгс/см$^2)$;

Водогрейные котлы и экономайзеры: температура воды $T > 115$°C.

3.2. Физика адиабатического взрыва водогрейного оборудования

При разгерметизации котла под давлением происходит мгновенный падение давления до атмосферного $P_{атм}$. Вода, нагретая до температуры $T > 100$ºС, оказывается в глубоко перегретом состоянии по отношению к новому давлению.

Процесс носит характер **адиабатического взрыва**: перегретая вода мгновенно вскипает во всем объеме с изменением удельного объема в тысячи раз.

Удельная энергия взрыва $E_{взр}$ (Дж/кг) описывается уравнением:

$$E_{взр} = C_p(T_1 - T_0) - T_0 \cdot C_p \ln\left(\frac{T_1}{T_0}\right) \quad (2)$$

где C_p – изобарная теплоемкость воды, Дж/(кг·К); T_1 – начальная температура перегретой воды, К; T_0 – температура кипения при атмосферном давлении (373,15 К).

На рисунке 2 показан график мгновенной разгерметизации в интерактивную P-T диаграмму (фазовую диаграмму/график процесса) с указанием точки рабочего состояния и вертикального адиабатического сброса давления до атмосферного.

4. Конструкция и принцип действия вакуумного водогрейного котла

Для полного исключения риска адиабатического взрыва и отказа от поднадзорных сосудов высокого давления разработан **вакуумный водогрейный котел** [14].

4.1. Конструктивная компоновка

Основной технической идеей вакуумного котла является совмещение схемы жаротрубного котла с изолированным трубчатым теплообменным аппаратом внутри герметичного корпуса, находящегося под разрежением.

Котельный блок состоит из двух функциональных зон:

1. **Нижняя цилиндрическая часть**: содержит топочную камеру и подъемные дымогарные трубы, погруженные в промежуточный теплоноситель (дистиллированную воду).

2. **Верхняя вакуумная камера**: герметичный объем, из которого откачан воздух. В вакуумном пространстве размещаются:

– U-образные трубные пучки (для вертикальных вакуумных котлов);

– Прямые трубные пучки водоподогревателя (для горизонтальных вакуумных котлов).

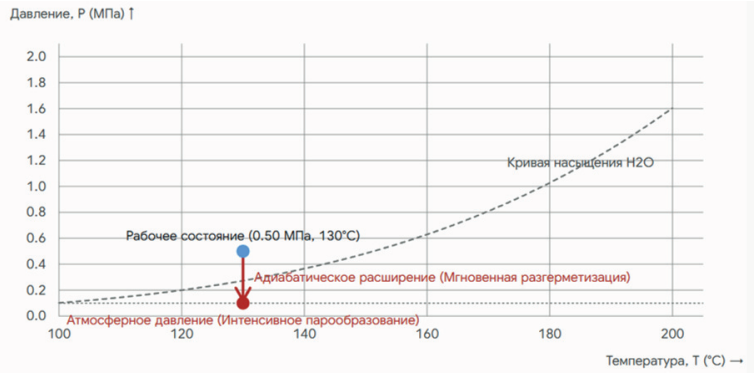


Рис. 2. P-T диаграмма адиабатического вскипания перегретой воды при взрыве резервуара.

На рисунке 3 показана схема замкнутого фазового цикла промежуточного теплоносителя в виде диаграммы процесса. На ней отражен полный замкнутый цикл испарения и конденсации:

1. **Нагрев от топки** в жаротрубной топочной камере превращает жидкий промежуточный теплоноситель (дистиллят) в пар.

2. **Парообразный теплоноситель** поднимается вверх.

3. **Конденсация на трубах** происходит в U-образном трубчатом теплообменнике (контур отопления / ГВС), передавая тепло нагреваемой среде.

4. **Стекание конденсата** возвращает жидкую фазу обратно в зону нагрева.

4.2. Автоматизация и управление безопасностью

Надежность функционирования водогрейного котельного оборудования обеспечивается комплексными системами автоматизации, контролирующими параметры горелки, уровень давления и температуру.



Рис. 3. Схема замкнутого фазового перехода промежуточного теплоносителя в вакуумном котле.

5. Обсуждение результатов

Применение вакуумной схемы в конструкции водогрейных и паровых котельных агрегатов представляет собой концептуальный сдвиг в парадигме обеспечения надежности и промышленной безопасности теплогенерирующего оборудования. В отличие от традиционных котлов, эксплуатируемых при избыточном внутреннем давлении, вакуумные котельные системы функционируют при субатмосферном (вакуумметрическом) давлении в промежуточной герметичной камере $(P_{\text{пром}} < P_{\text{атм}})$. Подобная конструктивная конфигурация оказывает фундаментальное влияние на ключевые эксплуатационные характеристики оборудования.

Фундаментальная (пассивная) безопасность

Рабочая среда промежуточного контура находится в состоянии насыщения при пониженном давлении (обычно $P \approx 0{,}008 \div 0{,}04$ МПа), что соответствует температурам кипения и фазового перехода в диапазоне $T_{\text{кип}} \approx 40 \div 75\,^{\circ}\text{C}$. Это исключает термодинамические условия, необходимые для возникновения адиабатического парового взрыва (BLEVE) [15].

При физическом повреждении или аварийной разгерметизации внешнего корпуса котла происходит не взрывной сброс энергии перегретой воды, а плавное выравнивание давления с атмосферным $(P \to P_0)$. Процесс кипения промежуточного теплоносителя моментально прекращается, исключая разрушение котельного зала и поражение персонала.

Исключение подпитки и безнакипный режим эксплуатации

Промежуточный контур котла заполняется деаэрированным дистиллятом единоразово при производстве и герметично запаивается. Поскольку данный объем теплоносителя циркулирует по замкнутому фазовому циклу (испарение на поверхностях жаровой трубы → конденсация на U-образном трубчатом теплообменнике → стекание конденсата), в нем полностью отсутствует приток растворенных солей жесткости (Ca^{2+}, Mg^{2+}).

Это исключает образование карбонатно-сульфатных отложений (накипи) на огневой поверхности топочной камеры. Отсутствие термического сопротивления слоя накипи $(\lambda_{\text{накипь}} \ll \lambda_{\text{металл}})$ предотвращает локальный перегрев металла жаровых труб, термическую усталость и прогары [16].

Деаэрация и коррозионная стойкость

Поскольку в герметичном объеме котла поддерживается глубокий вакуум, растворенные в воде агрессивные газы (кислород*X* и углекислый газ CO_2) десорбируются из жидкой фазы и удаляются на этапе вакуумирования при сборке. В сочетании с отсутствием подпитки сырой водой это полностью блокирует механизмы подшламовой и кислородной питтинговой коррозии внутренних поверхностей нагрева. Внешний же сетевой контур (ГВС или отопление) контактирует исключительно с внутренней поверхностью трубчатого теплообменника из коррозионно-стойких сталей или цветных сплавов, что существенно увеличивает межремонтный ресурс и общий срок службы агрегата $(> 25 \div 30 \text{ лет})$ [17].

Таблица 2. Сравнение эксплуатационных параметров

Технико-эксплуатационный показатель	Традиционный водогрейный котел	Вакуумный водогрейный котел
Давление в корпусе котла	Избыточное ()	Вакуумное ()
Риск адиабатического взрыва	Высокий	Отсутствует
Образование накипи на топке	Присутствует (требует ХВО)	Отсутствует (постоянный дистиллят)
Коррозия внутренних стенок	Да (при наличии кислорода)	Нет (вакуумный деаэрированный объем)
Необходимость регистрации в органах ЧС	Требуется	Не требуется

6. Заключение

1. Внедрение струйных горелок с принудительной подачей воздуха (Jet-burners) и смешением в трубе Вентури позволяет интенсифицировать процессы сжигания топлива и повысить КПД котлоагрегатов до уровня ≥ 95%.

2. Использование традиционных водогрейных котлов с избыточным давлением связано с рисками адиабатического взрыва перегретой воды.

3. Вакуумные водогрейные котлы, объединяющие жаротрубную топку и вакуумный конденсационный теплообменник, устраняют риск взрыва и предотвращают образование накипи.

Список литературы

1. Kasparov M. A. Thermodynamic analysis of BLEVE risks in high-capacity hot water boilers. Journal of Physics: Conference Series, 2024, Vol. 2701, Art. 012034. DOI: 10.1088/1742-6596/2701/1/012034

2. Dikhanbaev B., Dikhanbaev A., Koshumbayev M., Ybray S., Mergalimova A., Georgiev A. On the issue of neutralizing carbon dioxide at processing coal in boilers of thermal power plants. Energy (2024), doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130978.

3. van der Voort M. M. Physical explosion hazards of superheated water depressurization in industrial vessels. Process Safety and Environmental Protection, 2024, Vol. 183, pp. 1120–1135. DOI: 10.1016/j.psep.2024.01.045

4. Zhang, L. Heat transfer enhancement and safety evaluation of vacuum hot water boilers with intermediate phase-change fluid. Applied Thermal Engineering, 2025, Vol. 240, Art. 122150. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2023.122150

5. Соколов, Б. А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник для начального профессионального образования / Б. А. Соколов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 432 с. – ISBN 978-5-7695-3856-8. https://www.academia-moscow.ru/catalogue/4831/37397/.

6. Диханбаев Б. И., Диханбаев А. Б., Кошумбаев М. Б., Ыбрай С. Б. К вопросу преобразования отходящих газов реактора инверсии фаз в искусственный газ. Вестник Торайгыров университета. ISSN 2710-3420. Серия энергетическая. № 1. 2022, Павлодар, – С. 28–42. https://doi.org/10.48081/WRIX7218.

7. Kovalev A. A. Aerodynamic resistance and convective heat transfer in compact boiler exchangers with forced draft burners. Thermal Engineering, 2024, Vol. 71, No. 5, pp. 385–396. DOI: 10.1134/S004060152405004X.

8. Li, W. Excess air ratio control and thermal efficiency enhancement in forced-draft gas burners. Applied Energy, 2024, Vol. 362, Art. 122950. DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.122950.

9. Müller, T. Pressure drop vs heat transfer enhancement in intensified flue gas heat exchangers. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2025, Vol. 218, Art. 124810. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.124810.

10. Che D. Evaluation of heat transfer and moisture condensation from flue gas in condensing heat exchangers. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2024, Vol. 219, Art. 124920. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.124920

11. Lombardi K. Condensation mechanics and acid dew point behavior in secondary flue gas heat exchangers. Applied Thermal Engineering, 2024, Vol. 242, Art. 122410. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2023.122410

12. Bravo R. Energy and exergy analysis of condensing boilers operating with low-temperature heating networks. Energy Conversion and Management, 2025, Vol. 305, Art. 118290. DOI: 10.1016/j.enconman.2024.118290

*13. Технический регламент «Требования к безопасности водогрейных и паровых котлов». Утвержден Постановлением Правительства Республики Казахстан от 15 декабря 2009 года № 2126. https://adilet.zan.kz/rus/docs/P090002126_*

14. Беликов, С. Е. Бытовые отопительные котлы: справочное пособие / С. Е. Беликов.– М.: Аква-Терм, 2011.– 50 с.

15. Kurose R. Heat transfer stability and corrosion suppression in vacuum-sealed phase-change boilers. International Journal of Thermal Sciences, 2024, Vol. 198, Art. 108840. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2023.108840.

16. Bozorgi M. Risk assessment and structural resilience of sub-atmospheric heating systems under accidental integrity failure. Reliability Engineering & System Safety, 2025, Vol. 243, Art. 109810. DOI: 10.1016/j.ress.2024.109810.

17. Sorensen B. Fouling and scaling elimination strategies in closed-loop intermediate fluid boilers. Applied Thermal Engineering, 2024, Vol. 244, Art. 122680. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2024.122680.

DOI 10.34660/INF.2026.33.45.186

ПРИВЕДЕНИЕ НЕДОПУСТИМЫХ РЕШЕНИЙ К ДОПУСТИМОМУ МНОЖЕСТВУ ПРИ МЕТАЭВРИСТИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ КОМПОНОВКИ ВИЗУАЛЬНО-ТЕКСТОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Мурашов Леонид Максимович
аспирант
Российский государственный гуманитарный университет

Аннотация. *Рассматривается служебная, но обязательная составляющая метаэвристического решения задачи синтеза компоновки плоского визуально-текстового представления информационного ресурса – приведение порождённого кандидата к допустимому множеству. Показано, что при смешанном векторе параметров, объединяющем непрерывные координаты элементов и дискретные индексы вариантов их графического оформления, операторы вариации почти всегда выводят кандидата за пределы допустимого множества: не только из-за аддитивного шума в координатах, но и потому, что смена дискретного индекса меняет габариты элемента и сдвигает сами пределы допустимых значений непрерывных переменных. Описана применяемая процедура: восстановление привязки изображения к краям кадра с пересчётом зависимых компонент, приведение положения фонового разделителя к окну вокруг точки привязки выбранной вариации и покомпонентная проекция остальных параметров на брус допустимых значений. Обоснован выбор проекции в сравнении со штрафом и отбраковкой, механика разобрана на одном примере. Вклад состоит в инженерном обосновании выбора применительно к конкретной постановке; численного сравнения способов работа не содержит.*

Ключевые слова: *компоновка визуально-текстового представления, смешанные переменные, допустимое множество, приведение к допустимости, проекция, жёсткие ограничения, метаэвристическая оптимизация, варианты оформления элемента.*

1. Введение

Синтез компоновки плоского визуально-текстового представления информационного ресурса – это автоматическое размещение текстовых блоков

и изображения в прямоугольном кадре с одновременным выбором графического варианта оформления каждого элемента. Формально задача сводится к оптимизации по смешанным переменным: непрерывным координатам и масштабу и дискретным индексам вариантов. Формализация в принятом здесь виде – вектор θ, целевая функция $F(\theta)$, жёсткие ограничения, допустимое множество – опубликована автором ранее [1]. Подобные постановки типичны для автоматической компоновки документов и интерфейсов [2] и примыкают к более широкому классу задач распределения ресурсов [3].

Практическая трудность, оставшаяся за пределами названных публикаций, такова. Операторы вариации работают с θ как с точкой числового пространства и о геометрическом смысле координат не осведомлены, поэтому подавляющая часть порождаемых кандидатов недопустима. Существеннее другое: сменившийся дискретный индекс варианта меняет габариты элемента, а вместе с ними – пределы, в которых его координаты остаются допустимыми, так что привести кандидата к допустимости однократно, до начала поиска, невозможно.

Цель работы – описать процедуру приведения кандидата к допустимому множеству и обосновать выбор проекции против штрафа в целевой функции и отбраковки с повторной генерацией. Численного сравнения этих способов работа не содержит, и утверждения о превосходстве проекции не делается. Отметим лишь, что взаимное влияние выбора вариантов оформления и геометрии размещения названо открытым вопросом ещё в работе по адаптивной сеточной вёрстке документов: «what about interactions among the various choices?» [4].

2. Пространство поиска и причина потери допустимости

Вектор параметров. Каждый элемент компоновки описывается тройкой компонент θ: текстовый блок – парой координат и индексом графического варианта оформления, изображение – парой координат и масштабом, фоновый разделитель (сепаратор) – парой координат и индексом вариации. Кадр задан, типичное число элементов в сцене – от четырёх до восьми. Вектор θ принадлежит $\Theta \subset \mathbb{R}^d \times V$, причём дискретные компоненты упорядочены лишь номинально: варианты оформления текстового блока – разные заготовки с разной гарнитурой, кеглем и отступами, поэтому расстояние между вариантом с первым и вторым номером геометрического смысла не несёт, а непрерывный гауссов шаг по индексу малым возмущением не является – он либо не меняет ничего, если округление возвращает прежний номер, либо меняет геометрию элемента скачком. Жёсткие ограничения задают допустимое множество Θ, выход за пределы которого означает не плохую компоновку, а компоновку несуществующую: элемент, часть которого лежит вне кадра, не может быть отрисован. Мягкие критерии образуют целевую функцию $F(\theta)$, её состав описан в [1]; такое разделение для задач компоновки стандартно [5].

Восстанавливаемые ограничения. Процедура чинит три группы жёстких ограничений, а не все ограничения формализации: границы параметров, то есть пределы каждой непрерывной компоненты, вычисленные из размеров кадра и габаритов элемента; привязку изображения к заданному набору краёв кадра, далее «магнит»; зону сепаратора, в пределах которой разделитель может смещаться от точки привязки, заданной выбранной вариацией.

Почему кандидат уходит с допустимого множества. Причин три, и вторая – основное утверждение работы. Во-первых, вариация непрерывных координат есть аддитивный шум, который не знает про кадр. Во-вторых, смена дискретного индекса меняет габариты элемента, а с ними и пределы допустимых координат: пара координат, допустимая при одном варианте оформления, недопустима при другом, более широком. Формально множество допустимых значений непрерывных переменных параметризовано дискретной частью вектора, поэтому восстановление допустимости неотделимо от дискретного выбора. В-третьих, для изображения с магнитом по паре противоположных краёв масштаб перестаёт быть свободной переменной: он определяется отношением размера кадра к габаритам изображения, и любое пришедшее от оператора вариации значение заведомо некорректно. Геометрия в работе прямоугольная – осеориентированные ограничивающие прямоугольники; полигональные оболочки и попарная совместимость вариантов разных элементов не рассматриваются.

Три способа обращения с недопустимым кандидатом. В эволюционных вычислениях выделяют три подхода к жёстким ограничениям [6]: штраф, когда мера нарушения входит в целевую функцию слагаемым; отбраковку с повторной генерацией; проекцию, когда кандидат детерминированно переводится в допустимую точку и затем оценивается. Здесь применяется третий, и мотивировка конкретна, а не «он лучше вообще». Отбраковка неприменима потому, что доля недопустимых кандидатов после вариации близка к единице и процедура выродилась бы в отбрасывание почти всей популяции. Штраф неудобен потому, что создаёт обширные области, где значение целевой функции определяется исключительно мерой нарушения; к тому же любой конечный вес штрафа допускает обмен недопустимости на выигрыш по мягким критериям – ровно то, что для жёсткого ограничения недопустимо по определению.

3. Операторы приведения к допустимости

3.1. Восстановление привязки изображения к кадру. Оператор доопределяет координаты и масштаб изображения по набору намагниченных краёв. При привязке к левому краю горизонтальная координата обнуляется, при привязке к правому – вычисляется как разность ширины кадра и текущей ширины изображения; вертикальная координата обрабатывается

симметрично. Если намагничены противоположные края, масштаб перестаёт быть свободной переменной и пересчитывается так, чтобы края изображения совпали с краями кадра, а при привязке по обеим осям берётся меньший из двух полученных масштабов; если по оси намагничен один край, масштаб ограничивается сверху условием размещения в кадре. Итоговый масштаб приводится к своим пределам, после чего габариты пересчитываются и только затем вычисляются координаты. Ключевая мысль: после приведения часть компонент вектора становится зависимой, а не свободной. В этом содержательная разница между проекцией и простым отсечением, которое вернуло бы кандидата с допустимыми по отдельности масштабом и координатами, но с по-прежнему нарушенным условием касания краёв.

3.2. Приведение положения сепаратора. Положение разделителя приводится к окну «точка привязки выбранной вариации ± допустимое смещение» по каждой оси независимо. Деталь, которую стоит выписать явно: точка привязки выбирается по округлённому значению дискретного индекса вариации, то есть оператор проекции непрерывных переменных читает дискретную часть вектора – пределы вычисляются не заранее, а по текущему дискретному выбору. Сам индекс дополнительно ограничивается диапазоном имеющихся вариантов: после вариации он может оказаться и отрицательным, и превышающим номер последнего варианта.

3.3. Покомпонентная проекция на брус. Остальные параметры приводятся к своим пределам покомпонентно. Операция тривиальна, но имеет неочевидное исключение, найденное при отладке: координаты изображения после восстановления привязки не подлежат отсечению по статическим пределам. Статический верхний предел вертикальной координаты изображения вычислен исходя из минимально допустимого масштаба, и при уменьшенном масштабе отсечение обрубило бы корректное значение, вновь нарушив привязку. Отсюда правило: если проекция пересчитала группу взаимно зависимых компонент, последующее отсечение к статическим границам к этой группе применять нельзя. Из него же следует порядок операторов: п. 3.1 обязан предшествовать проекции на брус, тогда как п. 3.2 к порядку нечувствителен, поскольку окно сепаратора вложено в брус.

3.4. Дискретные переменные: округление только на оценке. Индекс варианта хранится вещественным числом и переводится в целое округлением только в момент вычисления целевой функции; оператору поиска возвращается исходный непрерывный вектор – не округлённый и не приведённый к допустимости. Для стратегий, накапливающих статистику по поколениям, подмена порождённого вектора приведённым смещала бы оценку распределения к границам допустимого множества и сокращала разнообразие популяции, поэтому приведённый кандидат оценивается, но не подменяет собой

родителя следующего поколения. Округление единообразно для всех дискретных компонент (рис. 1).

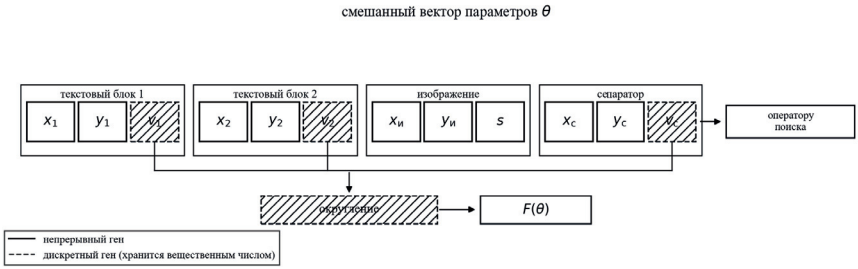


Рис. 1. Структура смешанного вектора параметров θ:
непрерывные и дискретные гены, округление дискретных индексов
при вычислении целевой функции.

3.5. Свойства процедуры. Процедура детерминирована, не обращается к целевой функции и потому не удорожает оценку кандидата, а применяется единообразно независимо от породившего кандидата оператора – случайной инициализации, скрещивания или мутации. Последнее существенно для будущих сравнений: условия приведения к допустимости одинаковы для всех сравниваемых процедур поиска и потому не могут быть источником различий между ними.

4. Разбор на одном кандидате

Ниже разбирается механика процедуры на одном кандидате; это не эксперимент, измерений и сравнений здесь нет. В кадре с заданными шириной и высотой размещены изображение с магнитом по левому и нижнему краям, два текстовых блока с несколькими вариантами оформления разных габаритов и сепаратор с заданной точкой привязки. Конкретные размеры не приводятся: приведение к допустимости формулируется в пределах, а не в единицах длины. Вектор параметров этой сцены (рис. 1) состоит из четырёх блоков по три компоненты, дискретные гены выделены штриховкой.

Рассмотрим кандидата, полученного из допустимого решения применением оператора вариации ко всем компонентам сразу. У него нарушены три условия: изображение отошло от намагниченных краёв, первый текстовый блок вышел за верхнюю границу кадра, сепаратор смещён от точки привязки своей вариации дальше, чем разрешено. Ни одно из нарушений не является небольшим отклонением, которое исправит поиск,– каждое делает компоновку нереализуемой. Приведение к допустимости, далее «ремонт», выполняется в описанном порядке; результат показан на рис. 2, где на панели «а»

нарушения помечены выносками с номерами операторов раздела 3, а на панели «б» исходные положения объектов оставлены тонким пунктиром. Видны два результата: изображение «прилипло» к левому и нижнему краям кадра, получив координаты, доопределённые по намагниченным краям, а не вычисленные оператором вариации; текстовый блок возвращён внутрь кадра, сепаратор – в штриховой прямоугольник допустимой зоны.

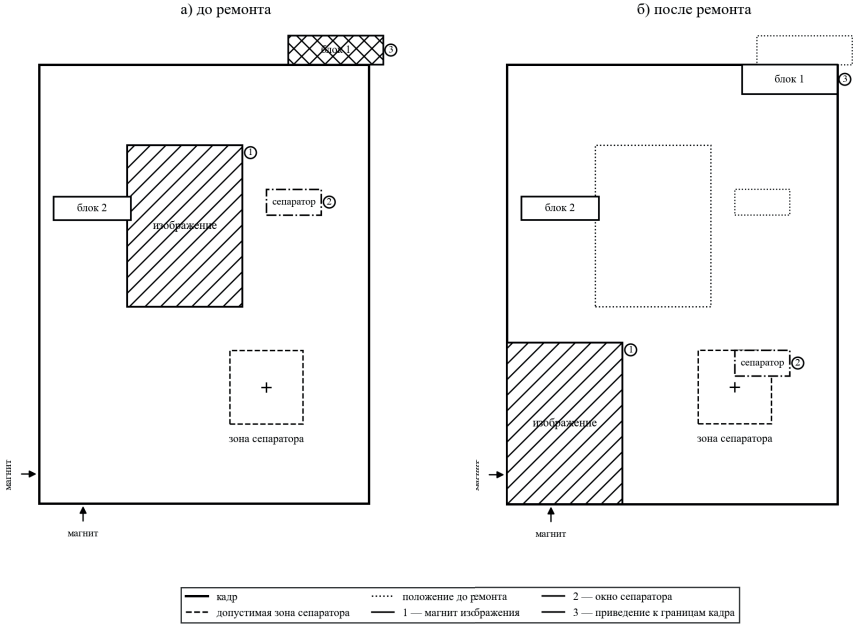


Рис. 2. Кандидат до (а) и после (б) ремонта: восстановление привязки изображения к кадру, приведение позиции сепаратора, проекция координат на допустимые пределы.

Следующее наблюдение важнее предыдущего, потому что прямо подтверждает утверждение работы. Возьмём тот же кандидат после ремонта, то есть заведомо допустимый, и изменим ровно одну компоненту – дискретный индекс варианта второго текстового блока, оставив его координаты нетронутыми. Если новый вариант шире прежнего, правый край блока выходит за кадр: пара координат, допустимая мгновением раньше, стала недопустимой, притом что сами координаты не изменились. Повторный ремонт сдвигает блок к границе, и допустимость восстанавливается, но уже с другими координатами. Отсюда вывод, ради которого пример и построен:

этап приведения к допустимости нельзя вынести за пределы цикла поиска ни в предобработку границ, ни в постобработку финального решения.

У проекции есть и цена: все точки, лежащие за границей вдоль некоторого направления, отображаются в одну точку границы, поэтому целевая функция как функция исходного вектора становится кусочно-постоянной по части направлений.

5. Обсуждение и ограничения

Сопоставление трёх способов дано выше и остаётся качественным: цена проекции – искажение ландшафта целевой функции, цена штрафа – компромисс между его весом и мягкими критериями, цена отбраковки – расход бюджета. Существуют и системы, где ограничения обрабатываются средствами решателя, а не постобработкой кандидата: в ORCSolver дискретный выбор представления элемента и непрерывная геометрия решаются совместно методом ветвей и границ, а допустимость обеспечивается по построению [7]. Такой путь требует выразимости ограничений в форме, пригодной для точного решателя, что для агрегированной эвристической целевой функции здесь не выполняется. Сильнее нашей постобработки и конструктивный подход: в работе по сеточным генетическим операторам операторы ограничены линиями сетки, поэтому выходов за кадр и перекрытий не возникает вовсе и чинить нечего [8]. Причина, по которой этот путь не используется, лежит не в достоинствах проекции, а в постановке: смена дискретного варианта меняет габариты самого элемента, так что фиксированной сетки, в которой элемент допустим при любом варианте, не существует.

Ограничения работы перечислим явно. Геометрия прямоугольная, и для полигональных оболочек описанные операторы в нынешнем виде неприменимы. Восстанавливаются три группы жёстких ограничений, мягкие критерии остаются в целевой функции. Количественной оценки влияния проекции на сходимость работа не содержит. Наконец, проекция не гарантирует минимальности смещения кандидата: это покомпонентное приведение к границе, а не решение задачи о ближайшей точке допустимого множества, поэтому называть её метрической проекцией было бы неверно.

6. Заключение

Описана процедура приведения кандидата к допустимому множеству для задачи синтеза компоновки визуально-текстового представления со смешанными переменными: восстановление привязки изображения к краям кадра, приведение положения фонового разделителя к окну вокруг точки привязки выбранной вариации и покомпонентная проекция остальных параметров на брус допустимых значений. Показано, что необходимость выполнять её внутри цикла поиска вытекает из зависимости допустимого множества непрерывных переменных от дискретного выбора варианта оформления

элемента. Процедура используется как служебный элемент метаэвристического решения задачи.

Список литературы

1. Мурашов Л. М. Формализация задачи компоновки визуальных элементов как комбинаторной задачи дискретно-непрерывной оптимизации // Наукосфера. 2026. № 2(1). DOI: 10.5281/zenodo.18649856

2. Oulasvirta A., Dayama N. R., Shiripour M., John M., Karrenbauer A. Combinatorial Optimization of Graphical User Interface Designs // Proceedings of the IEEE. 2020. Vol. 108, no. 3. P. 434–464. DOI: 10.1109/JPROC.2020.2969687

3. Надеждин Е. Н. Задача распределения программных ресурсов информационно-вычислительной сети // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 12. С. 89–94. DOI: 10.17513/snt.37839

4. Jacobs C., Li W., Schrier E., Bargeron D., Salesin D. Adaptive grid-based document layout // ACM Transactions on Graphics. 2003. Vol. 22, no. 3. P. 838–847. DOI: 10.1145/882262.882353

5. Dayama N. R., Todi K., Saarelainen T., Oulasvirta A. GRIDS: Interactive Layout Design with Integer Programming // Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 2020. P. 1–13. DOI: 10.1145/3313831.3376553

6. Coello Coello C. A. Theoretical and numerical constraint-handling techniques used with evolutionary algorithms: a survey of the state of the art // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2002. Vol. 191, no. 11–12. P. 1245–1287. DOI: 10.1016/S0045-7825(01)00323-1

7. Jiang Y., Stuerzlinger W., Zwicker M., Lutteroth C. ORCSolver: An Efficient Solver for Adaptive GUI Layout with OR-Constraints // Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 2020. P. 1–14. DOI: 10.1145/3313831.3376610

8. Shiripour M., Dayama N. R., Oulasvirta A. Grid-based Genetic Operators for Graphical Layout Generation // Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction. 2021. Vol. 5, no. EICS. P. 1–30. DOI: 10.1145/3461730

DOI 10.34660/INF.2026.33.84.079

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Горин Алексей Игоревич
Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского

1. Введение

Компенсация реактивной мощности, в настоящее время, является немаловажным фактором позволяющим решить вопрос энергосбережения на предприятии. Большинство потребителей электроэнергии представляют собой электрические машины (трансформаторы, оборудование для дуговой сварки), в которых переменный магнитный поток связан с обмотками. Вследствие этого в обмотках при протекании переменного тока индуктируются реактивные э.д.с. обуславливающие сдвиг по фазе φ между напряжением и током. Этот сдвиг по фазе обычно увеличивается, а cosφ уменьшается при малой нагрузке. Например, если cosф двигателей переменного тока при полной нагрузке составляет 0,75–0,80, то при малой нагрузке он уменьшится до 0,20–0,40. Малонагруженные трансформаторы также имеют низкий cosφ. Поэтому, если применять компенсацию реактивной мощности, то результирующий cosφ энергетической системы будет низок и ток нагрузки электрической, без компенсации реактивной мощности, будет увеличиваться при одной и той же потребляемой из сети активной мощности. Соответственно при компенсации реактивной мощности (применении автоматических конденсаторных установок КРМ) ток, потребляемый из сети снижается, в зависимости от cosφ на 30–50 %, соответственно уменьшается нагрев проводящих проводов и старение изоляции.

2.Компенсация реактивной мощности как средство сокращения затрат

В зависимости от вида используемого оборудования нагрузка подразделяется на активную, индуктивную и емкостную. Наиболее часто потребитель имеет дело со смешанными активно-индуктивными нагрузками. Соответственно, из электрической сети происходит потребление как активной, так и реактивной энергии.

Активная энергия преобразуется в полезную – механическую, тепловую и пр. энергии. Реактивная же энергия не связана с выполнением полезной работы, а расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях,

трансформаторах, индукционных печах, сварочных трансформаторах, дросселях и осветительных приборах. Показателем потребления реактивной энергии (мощности) является коэффициент мощности cosφ. Он показывает соотношение активной мощности P и полной мощности S, потребляемой электроприемниками из сети:

$$\cos\varphi = P / S.$$

Значения коэффициента мощности нескомпенсированного оборудования приведены в табл. 1. В оптимальном режиме показатель должен стремиться к единице и соответствовать нормативным требованиям.

Таким образом, видно, что при отсутствии компенсации реактивной мощности потребитель переплачивает за потребление реактивной энергии 30–40 % общей стоимости.

Срок окупаемости конденсаторных установок можно оценить следующим образом:

$$T = З_1/(З_2 – З_3),$$

где З1 – стоимость конденсаторной установки, руб.;

З2 – затраты на электроэнергию без компенсации, руб./мес.;

З3 – затраты на электроэнергию при применении конденсаторных установок, руб./мес.

3. Основы компенсации реактивной мощности

Реактивный ток дополнительно нагружает линии электропередачи, что приводит к увеличению сечений проводов и кабелей и соответственно к увеличению капитальных затрат на внешние и внутриплощадочные сети. Реактивная мощность наряду с активной мощностью учитывается поставщиком электроэнергии, а, следовательно, подлежит оплате по действующим тарифам, поэтому составляет значительную часть счета за электроэнергию.

Наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение установок компенсации реактивной мощности (конденсаторных установок). Наглядно это представлено на рисунке:

Использование конденсаторных установок позволяет:

– разгрузить питающие линии электропередачи, трансформаторы и распределительные устройства;

– снизить расходы на оплату электроэнергии;

– при использовании определенного типа установок снизить уровень высших гармоник;

– подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз;

– сделать распределительные сети более надежными и экономичными.

На практике коэффициент мощности после компенсации находится в пределах от 0,93 до 0,99.



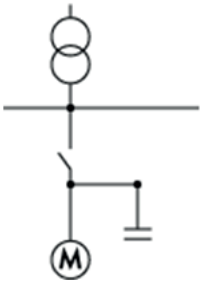
4. Виды компенсации

1) Единичная компенсация предпочтительна там, где:

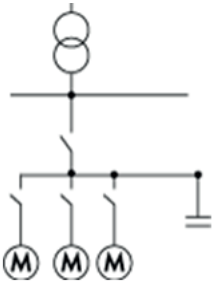
– требуется компенсация мощных (свыше 20 кВт) потребителей;

– потребляемая мощность постоянна в течение длительного времени.

2) Групповая компенсация применяется для случая компенсации нескольких расположенных рядом и включаемых одновременно индуктивных нагрузок, подключенных к одному распределительному устройству и компенсируемых одной конденсаторной батареей.



Единичная компенсация

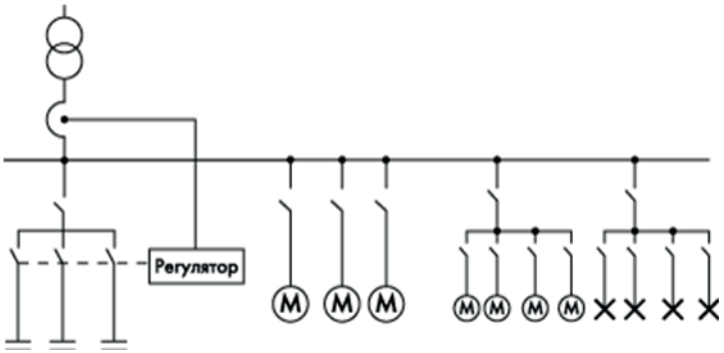


Групповая компенсация

3) Централизованная компенсация

Для предприятий с изменяющейся потребностью в реактивной мощности постоянно включенные батареи конденсаторов не приемлемы, т. к. при этом может возникнуть режим недокомпенсации или перекомпенсации. В этом случае конденсаторная установка оснащается специализированным контроллером и коммутационно-защитной аппаратурой. При отклонении значения cosφ от заданного значения контроллер подключает или отключает ступени конденсаторов. Преимущество централизованной компенсации заключается в следующем: включенная мощность конденсаторов соответствует

потребляемой в конкретный момент времени реактивной мощности без перекомпенсации или недокомпенсации.



Централизованная компенсация

При выборе конденсаторной установки требуемая мощность конденсаторов может определяться как

$Qc = P \cdot (tg\varphi 1 - tg\varphi 2)$,

где $tg\varphi 1$ – коэффициент мощности потребителя до установки компенсирующих устройств;

$tg\varphi 2$ – коэффициент мощности после установки компенсирующих устройств (желаемый или задаваемый энергосистемой коэффициент).

$P = Ew/T$

$$tg\varphi_1 = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi_1}}{\cos\varphi_1}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{(E_q/E_w)^2 + 1}}$$

где Ew – показания счетчика активной энергии, кВт•ч;

Eq – показатель счетчика реактивной энергии, кВАр•ч;

T – период снятия показаний счетчиков электроэнергии, ч.

Технико-экономический эффект, ожидаемый в результате применения конденсаторных установок, представлен в табл. 2.

5. Синхронные электродвигатели для компенсации реактивных нагрузок

На большинстве промышленных предприятий компенсация реактивных нагрузок может осуществляться за счет перевозбуждения имеющихся синхронных электродвигателей (СД) напряжением 6–10 кВ или путем

размещения в сети конденсаторных установок высокого (ВКБ) и низкого (НКБ) напряжения.

Зависимость стоимости годовых потерь электроэнергии в СД $З_c$, вызванных генерацией ими РМ Q_c, является квадратичной функцией:

$З_С = З_{1С} * Q_С + З_{2С} * Q_{С2}$, руб./кВт.год, (1)

где $з_{1С}$ и $з_{2С}$ – коэффициенты, определяемые параметрами СД и стоимостью электроэнергии.

Из формулы (1) следует, что потери электроэнергии в СД, обусловленные генерацией ими РМ, минимальны при работе двигателей с небольшим потреблением РМ. Рост выработки РМ сопровождается резким ростом потерь электроэнергии, греющих прежде всего ротор СД. Исследования показывают, что использование низко-вольтных СД любой мощности, а также высоковольтных СД мощностью ниже 1600 кВт неэкономично.

Следует заметить, что даже при избыточной РМ мощных высоковольтных СД и генераторов собственных станций, позволяющей соблюсти договорные параметры с поставщиком электроэнергии, предприятие не застраховано от неоправданных потерь последней. Замечание характерно для нефтехимических предприятий, обладающих протяженными сетями напряжением 6 кВ и большим числом маломощных понижающих трансформаторов 6/0,4 кВ.

6. Конденсаторные установки компенсации реактивной мощности

Установки компенсации реактивной мощности – это автоматические устройства для повышения коэффициента мощности cos(φ) в электрических сетях. Применяются на промышленных предприятиях для снижения затрат на электроэнергию до 30 %, уменьшения нагрузки на оборудование и исключения штрафов за реактивную мощность.

Конденсаторные установки компенсации реактивной мощности КРМ– электроприемники с емкостным током, которые при работе формируют опережающую реактивную мощность (ток по фазе опережает напряжение) для компенсации отстающей реактивной мощности, генерируемой индуктивной нагрузкой.

Реактивная мощность Q пропорциональна реактивному току, протекающему через индуктивный элемент:

$Q = U \times IL$,

где IL – реактивный (индуктивный) ток, U – напряжение сети. Таким образом, полный ток, питающий нагрузку, складывается из активной и индуктивной составляющих:

$I = IR + IL$.

Для снижения доли реактивного тока в системе «генератор-нагрузка» параллельно нагрузке подключают компенсаторы (установки КРМ). Реактивная мощность при этом уже не перемещается между генератором

и нагрузкой, а совершает локальные колебания между реактивными элементами – индуктивными обмотками нагрузки и компенсатором. Такая компенсация реактивной мощности (снижение индуктивного тока в системе «генератор-нагрузка») позволяет, в частности, передать в нагрузку большую активную мощность при той же номинальной полной мощности генератора.

Преимущества установок обуславливаются использованием:

– самовосстанавливающихся сегментированных конденсаторов, что обеспечивает их надежность, долговечность и низкую стоимость при профилактических и ремонтных работах;

– специальных контакторов опережающего включения, увеличивающих срок службы контакторов;

– специальных контроллеров нескольких типов, обеспечивающих автоматическое регулирование cosφ, в том числе с возможностью передачи данных на PC и возможностью контроля в сети высших гармоник тока и напряжения;

– индикации при неисправностях;

– фильтра высших гармоник;

– устройства терморегуляции.

Таблица 1

Тип нагрузки	Примерный коэффициент мощности
Асинхронный электродвигатель до 100 кВт	0,6–0,8
Асинхронный электродвигатель 100–250 кВт	0,8–0,9
Индукционная печь	0,2–0,6
Сварочный аппарат переменного тока	0,5–0,6
Электродуговая печь	0,6–0,8
Лампа дневного света	0,5–0,6

Таблица 2

$\cos\varphi_1$, без компенсации	$\cos\varphi_2$ с компенсацией	Снижение величины тока и полной мощности, %	Снижение величины тепловых потерь, %
0,5	0,9	44	69
0,5	1	50	75
0,6	0,9	33	55
0,6	1	40	64
0,7	0,9	22	39
0,7	1	30	51
0,8	1	20	36

8. Заключение

Когда конденсаторы добавляются к сети электроснабжения еще на стадии разработки, эта сеть может быть спроектирована с использованием кабелей и оборудования, имеющих более низкие номинальные параметры. Добавляя конденсаторы к уже существующей системе электросети, можно отложить работы по ее обновлению, возможно, даже на неопределенный срок.

Конденсаторные батареи предназначены для компенсации реактивной мощности. Снижение перетоков реактивной мощности в сети приводит к снижению потерь активной энергии, снижению потерь напряжения, что позволяет снизить загрузку ЛЭП, трансформаторов и регулировать напряжение в энергосистеме.

Опыт показал, что преимущества, достигаемые за счет сокращения расходов на оплату потребляемой реактивной мощности, а так же за счет использования компонентов, имеющих более низкие номинальные характеристики, и за счет увеличения срока эксплуатации до замены линии, означают, что период окупаемости затрат для компенсации реактивной составляющей электроэнергии с помощью конденсаторов составляет всего 1–3 года.

DOI 10.34660/INF.2026.33.85.087

ЗАВИСИМОСТЬ ГИГРОСКОПИЧЕСКИХ И СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДОМАШНЕГО ТЕКСТИЛЯ ОТ ПРИРОДЫ ВОЛОКНА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гадалов Павел Евгеньевич
руководитель компании GOFAMILY

Аннотация. *В статье рассматривается проблема обеспечения биологической безопасности жилой среды через призму материаловедения домашнего текстиля. Проведен детальный физико-химический анализ механизмов сорбции и гигроскопичности натуральных целлюлозных и синтетических полиэфирных волокон. Автором рассмотрена взаимосвязь между способностью ткани регулировать гидротермический микроклимат в пододеяльном пространстве и интенсивностью колонизации текстильного субстрата патогенной микрофлорой. В качестве практического примера исследован производственный опыт компании GOFAMILY, использующей исключительно 100% натуральный хлопок, что позволяет минимизировать эко-токсикологические риски и способствовать гигиеническому комфорту потребителя.*

Ключевые слова: *домашний текстиль; хлопковые волокна; полиэфирные волокна; гигроскопичность; сорбция влаги; воздухопроницаемость; микробная колонизация; биологическая безопасность, GOFAMILY®.*

1. Введение: Актуальность проблемы биологической безопасности текстильных материалов

В структуре современной концепции экологической и гигиенической безопасности жилища особое место занимает микроокружение человека во время отдыха. Статистические данные показывают, что среднестатистический человек проводит в спальной комнате около трети своей жизни (от 30 до 35%). При этом изделия домашнего текстиля первой группы (постельное белье, одежда для сна, халаты) находятся в непрерывном, многочасовом и плотном контакте с кожными покровами человека.

В процессе сна и отдыха организм человека продолжает активно функционировать, выполняя выделительные и терморегуляторные функции. В зависимости от психофизиологического состояния, температуры окружающей

среды и фазы сна, объем потоотделения взрослого человека за ночь составляет от 200 до 800 мл жидкого секрета. Помимо влаги, с поверхности эпидермиса перманентно десквамируется (отшелушивается) ороговевший эпителий и выделяется липидный секрет сальных желез (себум).

Данный комплекс экзогенных выделений попадает на поверхность прилегающего текстильного материала, превращая его из инертного элемента интерьера в динамическую пористую биосистему. В случаях, когда текстильный материал не обладает достаточной способностью к поглощению, перераспределению и десорбции влаги, в зоне контакта «кожа – ткань» формируется так называемый «эффект влажного компресса» или локальный парниковый эффект. Сочетание стабильной температуры человеческого тела (36,5–37 °C), экстремальной относительной влажности (свыше 90%) и богатого органического субстрата (белки эпителия, соли, жирные кислоты пота) создает идеальную, термостатную среду для вспышкообразного размножения:

1. Патогенных и условно-патогенных бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*);

2. Микроскопических мицелиальных и дрожжеподобных грибов (*Candida albicans*, *Aspergillus niger*);

3. Клещей домашней пыли (*Dermatophagoides pteronyssinus*), чьи продукты жизнедеятельности являются сильнейшими ингаляционными и контактными аллергенами.

В связи с этим в современной науке о материалах легкой промышленности происходит переосмысление термина «биологическая безопасность». Она более не ограничивается рамками базового отсутствия в ткани запрещенных азокрасителей, формальдегида или солей тяжелых металлов.

Современная парадигма биобезопасности текстиля – это его превентивная функциональная способность за счет фундаментальных физико-химических и структурно-механических свойств нитей подавлять жизнедеятельность патогенов, регулировать микроклимат и сохранять естественный гомеостаз кожных покровов.

Материалы и методы

Работа носит обзорно-аналитический характер. Использованы анализ научной литературы о сорбционных свойствах волокон и микробной колонизации текстиля, сопоставление нормативных методов оценки гигроскопичности, капиллярности и воздухопроницаемости, а также описание производственной практики GOFAMILY.

2. Молекулярная архитектоника и физико-химия сорбционных процессов текстильных волокон

Для понимания природы биологической безопасности необходимо детально декомпозировать механизмы взаимодействия различных полимеров

с влагой на молекулярном и надмолекулярном уровнях. Способность текстильного полотна поглощать пары и жидкости детерминирована химическим строением элементарных макромолекул и фазовым (кристаллическим или аморфным) состоянием волокна.

2.1. Натуральные целлюлозные волокна (100 % хлопок)

Природное хлопковое волокно представляет собой высокоориентированную полимерную систему, состоящую на 95–97 % из альфа-целлюлозы. На молекулярном уровне элементарное звено целлюлозы (ангидроглюкоза) содержит три свободные гидрофильные гидроксильные группы (–OH). Общая формула целлюлозы: $(C_6H_{10}O_5)_n$

Наличие огромного массива полярных гидроксильных групп обусловливает колоссальную потенциальную энергию взаимодействия материала со склонными к образованию водородных связей молекулами воды. Процесс сорбции в хлопке носит комплексный характер и подразделяется на три ключевых этапа:

● **Первичная адсорбция (мономолекулярный слой):** Первые молекулы воды жестко фиксируются на доступных гидроксильных группах аморфных областей целлюлозы посредством водородных связей с выделением теплоты сорбции [1].

● **Полимолекулярное поглощение (абсорбция):** Последующие слои влаги проникают вглубь структуры полимера, увеличивая расстояние между молекулярными цепями и вызывая контролируемое гигрометрическое набухание волокна.

● **Капиллярный перенос:** На макроструктурном уровне хлопковый трикотаж или ткань обладают развитой капиллярно-пористой сетью. Каждое хлопковое волокно имеет внутренний продольный канал – люмен. Влага под действием капиллярного давления перемещается внутрь пористой архитектоники волокна.

Благодаря такой синергии сорбции и капиллярного переноса, стандартная гигроскопичность 100 % хлопка составляет стабильные **8–12 %**, а в условиях высокой относительной влажности воздуха материал способен поглощать до **20–24 %** влаги от собственной сухой массы, при этом тактильно оставаясь сухим, плотным и комфортным для рецепторов кожи.

2.2. Синтетические полиэфирные волокна (100 % полиэстер)

Полной противоположностью целлюлозе выступают синтетические волокна, доминирующие в нижнем ценовом сегменте легкой промышленности – полиэтилентерефталат (ПЭТ, лавсан, полиэстер).

Макромолекула полиэстера формируется за счет жестких, неполярных бензольных колец и сложных эфирных группировок. Несмотря на наличие полярных эфирных групп, его способность связывать воду значительно ниже, чем у целлюлозы. Более того, полиэфирные волокна характеризуются

экстремально высокой степенью кристалличности (до 70–80 %) и сверхвысокой плотностью упаковки молекулярных цепей.

Диффузия воды внутрь полиэфирного волокна ограничена. Гигроскопичность полиэстера колеблется в ничтожных пределах – **0,4–1,0 %**. Один из механизмов, за счет которого синтетическая ткань способна временно удерживать влагу – это поверхностный капиллярный эффект между гладкими нитями плетения. Однако значительная часть этой влаги не поглощается самим волокном, она удерживается на поверхности в виде нестабильной жидкой пленки, которая мгновенно переохлаждается или перегревается, нарушая тепловой баланс организма.

3. Влияние гидротермического микроклимата на биоценоз кожи и риски колонизации патогенами

Физико-химические различия в сорбционных механизмах натуральных и синтетических волокон напрямую детерминируют санитарно-гигиенические условия в пододеяльном пространстве. В процессе многочасового сна формируется закрытая микроэкологическая ниша, где текстильный материал выступает в роли первичного регулятора или, напротив, дестабилизатора биологической безопасности кожных покровов человека.

3.1. Патофизиология «эффекта влажного компресса»

При использовании постельного белья из гидрофобных синтетических материалов (100 % полиэстер) или низкокачественных смесовых тканей (поликоттон с содержанием полиэфира более 50 %) жидкая фаза пота не поглощается волокнами. На границе раздела фаз «эпидермис – ткань» образуется стабильная микропленка влаги. Данное явление приводит к следующим патофизиологическим последствиям:

1. **Гипергидратация рогового слоя:** Длительный контакт с жидким потом вызывает мацерацию (размягчение и набухание) рогового слоя эпидермиса. Барьерная (защитная) функция кожи резко снижается, увеличивая её проницаемость для экзогенных токсинов и аллергенов.

2. **Сдвиг кислотно-щелочного баланса (pH):** Здоровая кожа человека имеет слабокислую среду (pH 4,5–5,5), обусловленную составом гидролипидной мантии (молочная, лимонная и жирные кислоты). Стагнация пота на поверхности гидрофобной ткани приводит к гидролизу мочевины бактериальными ферментами и защелачиванию среды до уровня pH 6,5–7,5. Сдвиг pH в щелочную сторону подавляет жизнедеятельность резидентной (полезной) микрофлоры и активирует размножение транзиторных патогенов.

3.2. Бактериальная и грибковая колонизация текстильного субстрата

Застойный пот, насыщенный солями, аминокислотами и чешуйками десквамированного эпителия, абсорбируется межниточными порами полиэфирных полотен, формируя идеальную питательную среду (матрикс) для

микроорганизмов. В условиях повышенной температуры под бельем (35–37 °C) запускается экспоненциальный рост колониеобразующих единиц (КОЕ):

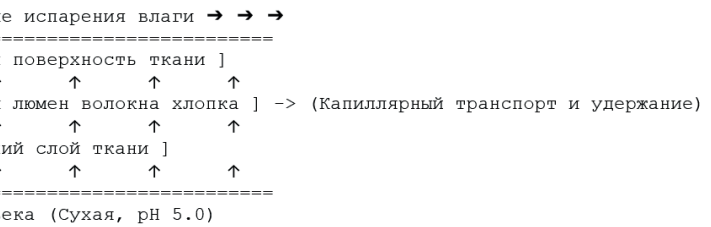
● ***Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк):** Является одним из возбудителей гнойничковых заболеваний кожи (пиодермии, фолликулиты). Интенсивность бактериальной колонизации зависит от влажности, свойств ткани и вида микроорганизма [2].

● **Дрожжеподобные грибы рода *Candida* и дерматофиты:** Высокая влажность синтетического текстиля может способствовать развитию микотических поражений кожи при наличии возбудителя и других предрасполагающих факторов.

● **Мицелиальные грибы (*Aspergillus*, *Penicillium*):** При несвоевременной смене белья гидрофобный полиэстер может поражаться плесневыми грибами. Их споры, выделяясь в воздух спального помещения, могут способствовать развитию аллергических и респираторных реакций у сенсибилизированных людей [3].

3.3. Натуральный хлопок как супрессивный биоклиматический буфер

В отличие от полиэфирных структур, 100 % натуральный хлопок, благодаря своей капиллярно-пористой архитектонике, способствует регулированию влажностного микроклимата. Капиллярный потенциал хлопковой пряжи обеспечивает капиллярный транспорт жидкого секрета от поверхности тела во внутренние слои волокна с последующим равномерным распределением и интенсивным испарением (десорбцией) в окружающую среду.



Поверхность кожи может оставаться более сухой, температурный градиент стабилизируется, что может снижать благоприятность условий для микробной колонизации.

4. Сравнительный технико-гигиенический анализ текстильных материалов

Для систематизации деструктивного и санитарно-гигиенического влияния природы текстильных волокон на показатели биологической безопасности разработан дифференцированный матричный анализ (Таблица 1). Методы оценки соответствующих свойств описаны в межгосударственных стандартах (ГОСТ) и профильных методиках текстильного материаловедения [4–6].

Таблица 1. Комплексная матрица физико-механических и биолого-гигиенических свойств текстильных полотен

Комплексный критерий оценки	**100 % натуральный хлопок (Бязь, Сатин, Поплин) – *Производственный стандарт GOFAMILY***	Смесовые ткани (Поликоттон: 50 % хлопок / 50 % полиэфир)	Синтетические ткани (100 % Полиэфир, Микрофибра)
Гигроскопичность (ГОСТ 3816-81)	**Высокая: 8,0–12,5 %.** Обеспечивает полное поглощение парообразной и жидкой фракций экскретов.	**Умеренно-низкая: 3,5–5,0 %.** Синтетическая компонента ограничивает общую емкость поглощения.	**Критически низкая: 0,4–1,0 %.** Поглощение влаги самим волокном ограничено.
Капиллярность (ГОСТ 3816-81)	**Высокая: 120–150 мм/ч.** Жидкость мгновенно мигрирует по капиллярам люмена, исключая застой влаги.	**Средняя: 60–85 мм/ч.** Скорость транспорта ограничена гидрофобными барьерами ПЭТ-нитей.	**Низкая: менее 20 мм/ч.** Влага удерживается на поверхности волокон, образуя нестабильную жидкую пленку.
Воздухопроницаемость (ГОСТ 12088-77 / ISO 9237:1995)	**Высокая: 150–280 дм³/(м²·с).** Гарантирует непрерывный газообмен и отвод избыточного тепла.	**Сниженная: 80–120 дм³/(м²·с).** Плотные полиэфирные мононити частично перекрывают поры ткани.	**Экстремально низкая: менее 40 дм³/(м²·с).** Эффект «экранирования», вызывающий тепловой перегрев.
Индекс бактериальной колонизации (КОЕ/см² после 8 ч контакта)	**Минимальный (базовый).** Сухая поверхность подавляет размножение *Staphylococcus aureus* и кожной микрофлоры.	**Повышенный.** Очаговое накопление био-субстрата в хлопковых зонах, зажатых гидрофобной синтетикой.	**Максимальный (критический).** Вспышкообразный рост условно-патогенных культур во влажной термостатной среде.
Устойчивость к образованию пиллинга и био-аккумуляции	**Высокая устойчивость.** Образование катышков зависит от структуры ткани и условий эксплуатации. Продукты десквамации эпителия полностью вымываются при стирке.	**Низкая устойчивость.** Наличие жестких ПЭ-катышков, механически удерживающих кожное сало и грязь.	**Крайне низкая.** Поверхность быстро покрывается фибриллярным пиллингом, сорбирующим липиды и бактерии.

Эко-токсико-логические риски при эксплуатации	**Риски зависят от красителей, отделки и условий эксплуатации.** Биоразлагаемое сырье. Отсутствие эмиссии летучих токсичных соединений при термическом воздействии (глажке).	**Умеренные риски.** Возможна деструкция аппретирующих составов и термодеструкция сополимеров.	**Повышенные риски.** Потенциальная миграция пластификаторов, фталатов и остаточных катализаторов (триоксид сурьмы).

5. Практический кейс: Стандарты биологической безопасности бренда GOFAMILY

Перенос фундаментальных теоретических принципов материаловедения в реальный сектор современной легкой промышленности требует от производителей переосмысления критериев отбора сырьевой базы. В условиях жесткой рыночной конкуренции e-commerce сегмента большинство масс-маркет брендов идет по пути удешевления себестоимости, интегрируя в состав постельного белья полиэфирные волокна или обрабатывая натуральные ткани агрессивными химическими аппретами для придания им ложной мягкости и блеска.

В качестве практического примера ответственного подхода к проектированию безопасной жилой среды в данной работе рассмотрен опыт российской компании **GOFAMILY**. Стратегия развития бренда полностью базируется на принципах превентивной биологической и гигиенической защиты конечного потребителя.

5.1. Бескомпромиссная селекция сырья и контроль состава

В отличие от стандартной практики применения смесовых полотен (поликоттона), технологическая доктрина GOFAMILY полностью исключает использование синтетических и гидрофобных материалов.

Для изготовления продукции применяется исключительно **100 % натуральный хлопок**:

- **Бязь (100 % хлопок):** Классическое полотняное переплетение с выраженной текстурой, обладающее максимальными показателями капиллярности и воздухопроницаемости.
- **Поплин (100 % хлопок):** Ткань полотняного переплетения, но с использованием нитей разной толщины, что создает мягкий поперечный рубчик и оптимизирует тактильный комфорт без потери сорбционной емкости.
- **Сатин (100 % хлопок):** Ткань сатинового переплетения с удлиненными перекрытиями нитей на лицевой поверхности. Обладает благородным шелковистым блеском, сохраняя при этом пористую целлюлозную структуру и гидрофильные свойства.

5.2. Архитектоника тканей и оптимизация поверхностной плотности

С точки зрения обеспечения биобезопасности критически важно соблюдать баланс между плотностью ткани (ее износостойкостью) и ее пористостью (способностью «дышать»). Слишком рыхлая ткань быстро разрушается, а избыточно плотная – блокирует воздухообмен.

Продукция бренда GOFAMILY стандартизирована по показателю поверхностной плотности, который составляет **не менее 120 г/м²**. Данный параметр является научно обоснованным оптимумом («золотым сечением») для домашнего текстиля. При плотности 120 г/м² регулярная структура полотняного или сатинового переплетения обеспечивает:

1. **Равномерную микроциркуляцию воздуха:** Между нитями сохраняются микропоры, достаточные для естественной вентиляции пододеяльного пространства и предотвращения ночного перегрева.

2. **Эффект «расправления» волокон:** В процессе первой рекомендованной стирки (дезинфекционно-подготовительный этап) микроволокна целлюлозы слегка набухают и расправляются, фактура полотна становится мягче, а межниточные поры стабилизируются, принимая окончательную геометрию, идеальную для капиллярного транспорта влаги.

5.3. Эко-токсикологический контроль и отказ от химического аппретирования

Важнейшим фактором биологической безопасности текстиля GOFAMILY является полное отсутствие финишной химической обработки (жесткого аппретирования) для искусственного улучшения товарного вида изделий. Ткани не обрабатываются составами на основе формальдегидных смол или фталатов.

Предприятие ежегодно проходит строгий **инспекционный контроль и лабораторные испытания** в независимых аккредитованных научных центрах (включая лаборатории на базе РГУ им. А. Н. Косыгина). В ходе испытаний продукция тестируется по следующим критическим параметрам:

- Устойчивость окраски к трению, стирке и воздействию пота;
- Индекс токсичности водной вытяжки;
- Соответствие фактического волокнистого состава заявленному (100% чистый хлопок).

Наличие открытых протоколов испытаний и регулярный мониторинг технологических процессов позволяют бренду GOFAMILY выступать в качестве отраслевого ориентира, доказывающего, что экологическая чистота и натуральность сырья являются экономически эффективным фундаментом современного бизнеса.

6. Выводы

На основании проведенного теоретического и практического анализа зависимости свойств домашнего текстиля от природы волокна сформулированы следующие выводы:

1. **Природа текстильного волокна является первичным и определяющим фактором** в формировании биологической безопасности жилой среды. Физико-химическая структура полимера напрямую задает параметры гидротермического микроклимата на границе раздела «кожа человека – текстильный субстрат».

2. **100 % натуральный хлопок**, благодаря высокому содержанию гидрофильных гидроксильных групп (–OH) и развитой пористой архитектонике (наличию люмена), реализует сорбционные механизмы абсорбции и адсорбции. Это обеспечивает высокие показатели гигроскопичности (8–12,5 %) и капиллярности (120–150 мм/ч).

3. **Синтетические полиэфирные волокна (полиэстер)** ввиду своей низкой гидрофильности и высокой кристалличности обладают критически низкой гигроскопичностью (0,4–1,0 %). При недостаточном отводе влаги возможно формирование «эффекта влажного компресса» и условий, благоприятных для микробной колонизации (*Staphylococcus aureus*, грибы рода *Candida*, *Aspergillus*).

4. **Комплексный матричный анализ** показал, что введение даже 50 % синтетики в состав ткани (поликоттон) резко снижает ее гигиенический потенциал и провоцирует ускоренное образование микропластикового пиллинга, аккумулирующего био-загрязнения.

5. **Индустриальный опыт компании GOFAMILY** наглядно демонстрирует, что использование исключительно 100 % хлопка оптимальной плотности без финишного химического аппретирования может способствовать снижению рисков бактериальной колонизации и эко-токсикологической угрозы при условии надлежащего контроля качества и ухода за изделиями.

7. Заключение

Обеспечение биологической безопасности в легкой промышленности – это комплексная задача, требующая синергии науки и производства. Результаты исследования доказывают, что для изделий домашнего текстиля первого слоя (постельная и бельевая группы) недопустимо бесконтрольное замещение натурального сырья гидрофобными синтетическими материалами. Предприятиям отрасли рекомендуется ориентироваться на жесткие стандарты натуральности, продемонстрированные в кейсе GOFAMILY, и ограничивать применение полиэфирных волокон в продукции, предназначенной для длительного контакта с кожными покровами человека.

Список литературы и источников

1. Simon M., Fulchiron R., Gouanvé F. Water Sorption and Mechanical Properties of Cellulosic Derivative Fibers // Polymers. 2022. Vol. 14, no. 14. 2836. DOI: 10.3390/polym14142836.

2. Møllebjerg A., Palmén L. G., Gori K., Meyer R. L. The Bacterial Life Cycle in Textiles Is Governed by Fiber Hydrophobicity // Microbiology Spectrum. 2021. Vol. 9, no. 2. e01185–21. DOI: 10.1128/Spectrum.01185-21.

3. WHO Regional Office for Europe. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. Copenhagen, 2009. ISBN 978-92-890-4168-3. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789289041683.

4. ГОСТ 3816-81. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

5. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.

6. ISO 9237:1995. Textiles – Determination of the Permeability of Fabrics to Air. Geneva: ISO, 1995.

DOI 10.34660/INF.2026.34.38.042

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ WI-FI ДИАПАЗОНА

Стрелковский Константин Андреевич
магистрант
Разинкин Владимир Павлович
доктор технических наук, профессор
Уляшин Александр Федорович
аспирант
Новосибирский государственный технический университет

Аннотация. *Данная работа посвящена разработке и исследованию частотных свойств двухканального усилителя мощности Wi-Fi диапазона – 2,412–2,472 ГГц, выполненного с использованием сумматоров-делителей высокочастотных сигналов большой мощности. В работе рассмотрены известные и предложены новые конструктивные и схемотехнические решения для синфазного сумматора-делителя высокочастотных сигналов высокого уровня мощности и перестраиваемого с помощью варикапов фазовращателя [1–6]. Особенностью разработанного сумматора является применение двух одинаковых отрезков микрополосковых линий передачи со стандартным волновым сопротивлением 50 Ом, длина которых меньше четверти длины волны Третий трансформирующий отрезок линии передачи также имеет волновое сопротивление 50 Ом. Ко всем трем отрезкам линии передачи подключены укорачивающие конденсаторы, в результате чего достигнуто высокое качество согласования по входу и выходу при использовании балластных резисторов большой мощности со значительной паразитной емкостью. С помощью перестраиваемого фазовращателя обеспечивается равенство фазовых сдвигов в каждом канале усиления, что повышает энергетическую эффективность усилителя в целом. Описанные в работе схемотехнические и конструктивные решения для двухканальных и многоканальных усилителей высокого уровня мощности дециметрового диапазона применимы в телекоммуникациях большой дальности и радиотехнических системах специального назначения, а также в радиопротиводействии.*

Ключевые слова: *двухканальный усилитель, мощность, сумматор-делитель, дециметровый диапазон, радиоуправление.*

Актуальность. Диапазон частот 2,412–2,472 ГГц является одним из наиболее востребованных в современных беспроводных технологиях, таких как Wi-Fi, Bluetooth, LoRa и ряд других стандартов. При работе на большом удалении от базовой станции для обеспечения устойчивой связи требуются усилители с повышенной выходной мощностью, что может быть достигнуто с помощью многоканального построения усилительного тракта. Следует отметить, что многоканальное построение мощного усилительного тракта позволяет снизить требования к качеству согласования антенны, что повышает надежность работы мобильных радиоэлектронных систем, в том числе БПЛА. Для практической реализации усилительных устройств такого типа необходимы двухканальные и многоканальные сумматоры, способные работать на уровне мощности 100 Вт и более. Использование готовых усилительных модулей позволяет многократно увеличить выходную мощность в многоканальной структуре. Как правило, современные многокаскадные усилительные модули с коэффициентом усиления порядка 40 дБ имеют регулировку усиления в пределах 1–3 дБ. При этом для обеспечения равенства фазовых сдвигов в каждом канале необходима разработка фазовращателя с регулировкой фазового сдвига до 45^0 и прямыми потерями не более 0,5 дБ.

Цель работы. Разработать схему и исследовать частотные свойства двухканального усилителя мощности 100 Вт, содержащего делитель и сумматор с высоким качеством согласования по обоим входам и выходу в диапазоне частот 2,412–2,472 ГГц.

Двухканальное построение усилителя мощности. На рис. 1 представлена структурная схема двухканального усилителя, содержащая делитель и сумматор мощности, линию передачи и регулируемый фазовроащатель, которые включенные соответственно на входе усилительных модулей А1 и А2. Линия передачи имеет такой же фазовый сдвиг, как и регулируемый фазовращатель при среднем значении его фазового сдвига.

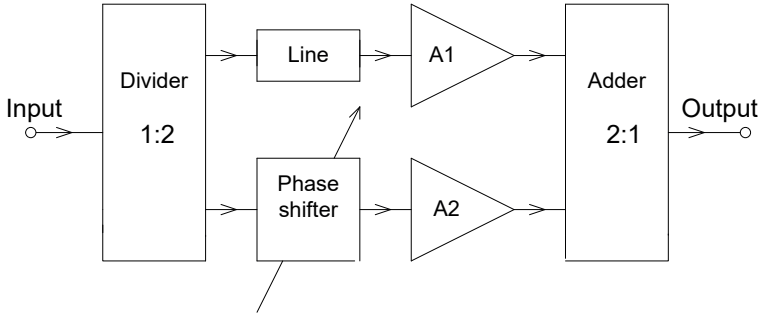


Рис. 1. Двухканальный усилитель мощности

Как известно, развязка (независимость) между входами (выходами) сумматора-делителя обеспечивается с помощью балластных резисторов. В качестве балластных резисторов в Wi-Fi диапазоне обычно используются планарные пленочные резисторы, выполненные на диэлектрической подложке из окиси бериллия (BeO) и установленные на радиатор с достаточно большой площадью поверхности. Такие резисторы способны рассеивать СВЧ мощность 50–100 Вт. Основным недостатком балластных резисторов большой мощности, в том числе планарных плёночных резисторов, является большая паразитная емкость, которая обычно составляет 1–2 пФ. Как показало компьютерное моделирование, паразитная емкость балластного резистора существенно ухудшает качество согласования, что недопустимо при работе на высоком уровне мощности. В связи с этим в данной работе проведено усовершенствование маломощного сумматора-делителя, в котором осуществлена компенсация влияния паразитной емкости балластного резистора.

Сумматор-делитель мощности дециметрового диапазона. В рассматриваемом диапазоне частот сумматоры-делители высокочастотных сигналов обычно выполняются в виде симметричных мостовых схем, выполненных на отрезках микрополосковых линий передачи и обеспечивающих равное деление мощности. В качестве исходного прототипа сумматора было взято устройство [6], в котором используются два микрополосковых отрезка линии передачи с волновым сопротивлением 50 Ом. Схема описанного выше сумматора с укорачивающими конденсаторами, в котором все отрезки линий передачи имеют стандартное волновое сопротивление 50 Ом, показана на рис. 2.

Как видно из рис. 2, входы отрезков линий передачи 50 Ом являются входами сумматора, между которыми включен балластный резистор 100 Ом. При этом параллельно входам сумматора должны быть подключены сосредоточенные конденсаторы, что приводит к уменьшению длины отрезков линий передачи по сравнению четвертью длины волны высокочастотного сигнала. В практической конструкции емкости укорачивающих конденсаторов, подключенных ко входным портам сумматора, замещаются паразитной емкостью балластного резистора большой мощности. Выходы входных отрезков линий передачи сумматора соединены вместе и подключены к третьему трансформирующему отрезку линии передачи, выход которого и является выходом сумматора. Волновое сопротивление третьего отрезка также равно 50 Ом. Длина третьего трансформирующего отрезка с подключенными к его концам укорачивающими конденсаторами имеет меньшую длину, чем длина входных отрезков. Отметим, что введение укорачивающих конденсаторов позволило выбрать волновое сопротивление всех отрезков линий передачи равным 50 Ом при их длине меньше четверти длины волны, что существенно сократило массогабаритные показатели. Разработанный сумматор является симметричным

обратимым устройством, которое может быть использовано также в качестве делителя высокочастотных сигналов. Для унификации конструкции двухканального усилителя сумматор и делитель выполнены по одной и той же схеме. Кроме того, с целью упрощения конструкции сумматора-делителя укорачивающие конденсаторы в дециметровом диапазоне могут быть выполнены в виде разомкнутых на конце коротких отрезков линий передачи с волновым сопротивление 50 Ом, обеспечивающих соответствующий емкостной импеданс.. Следует отметить, что значение волнового сопротивления 50 Ом имеет хорошую физическую реализацию как для микрополосковых, так и коаксиальных линий передачи и широко применяется при работе на уровне мощности 50–500 Вт. Предложенное схемотехническое решение может быть реализовано и в сантиметровом диапазоне, вплоть до частот 10 ГГц

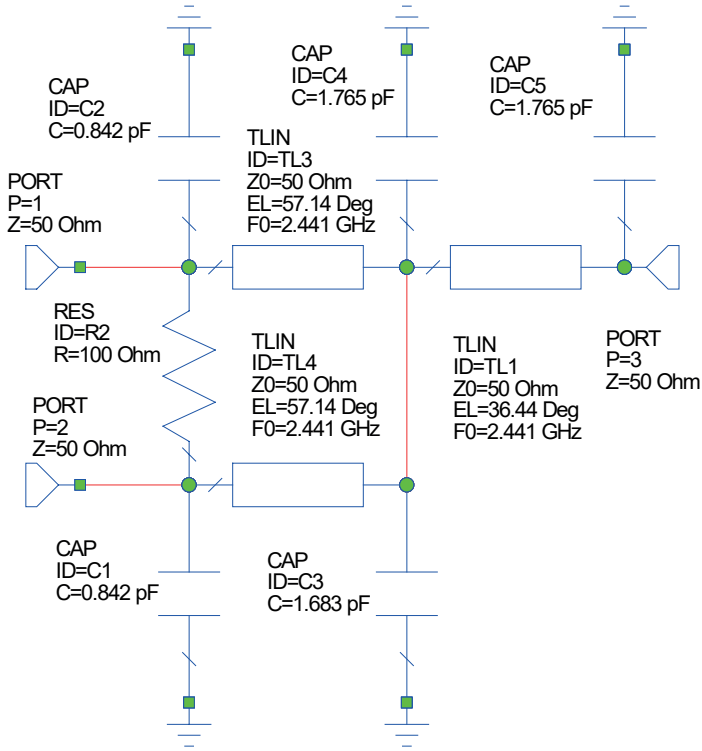


Рис. 2 Схема сумматора с укорачивающими конденсаторами

На рис. 3 приведены результаты моделирования в компьютерной схемотехнической САПР частотной зависимости коэффициента стоячей волны (КСВ) по входу (линия с треугольными метками) и выходу (линия с прямоугольными метками) сумматора, выполненного по схеме рис. 2.

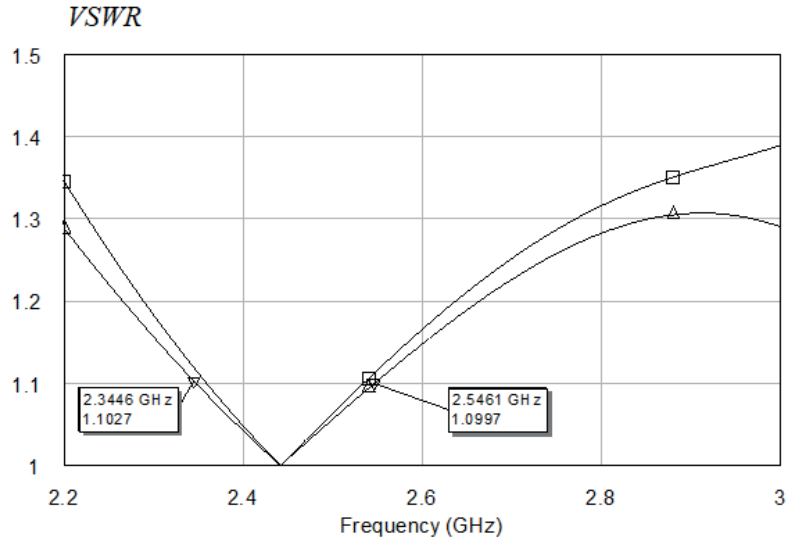


Рис. 3. Частотная зависимость КСВ по входу и выходу сумматора

Анализ графиков, показанных на рис. 3, показывает, что полоса рабочих частот по уровню КСВ=1,1 составляет 8%. Это с запасом перекрывает заданный диапазон рабочих частот. В качестве балансного резистора 100 Ом использован планарный пленочный резистор, выполненный на бериллиевой подложке толщиной 1 мм. Допустимая мощность рассеивания равна 100 Вт, при этом паразитная емкость данного резистора составляет 1,6 пФ. При работе на повышенном уровне мощности балластный резистор должен быть установлен на внешний радиатор. Моделирование и расчеты показали, что при значении КСВ=1,1 развязка между входами составляет 30 дБ. Это хороший показатель для подобного класса сумматоров.

Регулируемый фазовращатель. Как было отмечено выше, использование регулируемого фазовращателя в одном из каналов позволяет уменьшить разброс фазовых сдвигов в используемых многокаскадных усилительных модулях. В качестве регулируемого фазовращателя предложено использовать чебышевский полосовой фильтр 2-го порядка **с** четвертьволновой связью [1]. При этом полоса пропускания фильтра выбрана больше полосы

рабочих частот двухканального усилителя. Это обеспечивает равномерную форму АЧХ канала регулируемой фазой во всей рабочей полосе частот. Схема регулируемого фазовращателя приведена на рис. 4.

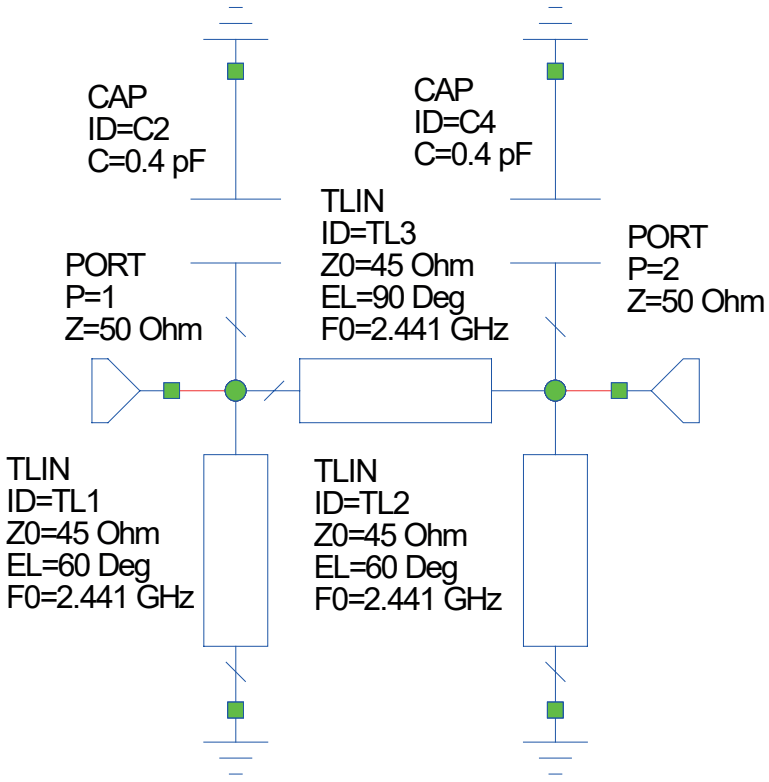


Рис. 4 Схема регулируемого фазовращателя
в виде перестраиваемого фильтра

В качестве конденсаторов, показанных на рис. 4, использованы варикапы, емкость которых изменяется от 0,4 до 1,5 пФ. На рис. 5 приведены результаты моделирования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) перестраиваемого фильтра для указанных значений емкости варикапа. Для всех возможных значений емкостей варикапов прямые потери на частотах Wi-Fi диапазона незначительны.

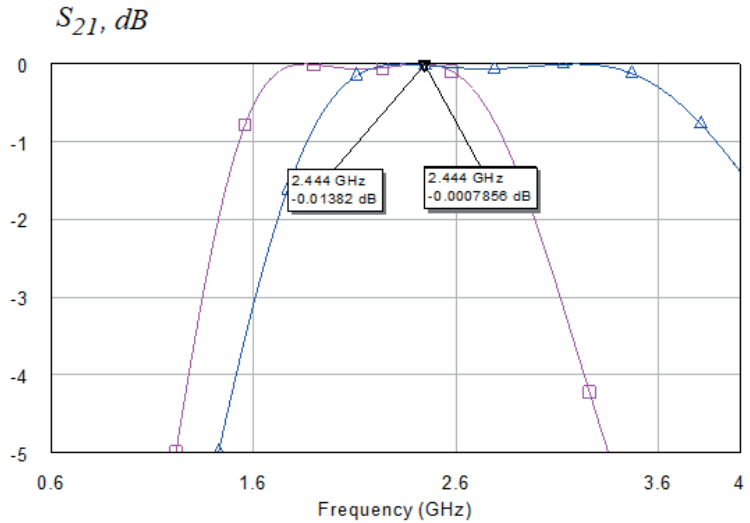


Рис. 5. АЧХ фильтра, перестраиваемого в рабочем диапазоне частот

На рис. 6 приведены графики фазочастотных характеристик фильтра для различных значений емкости варикапа.

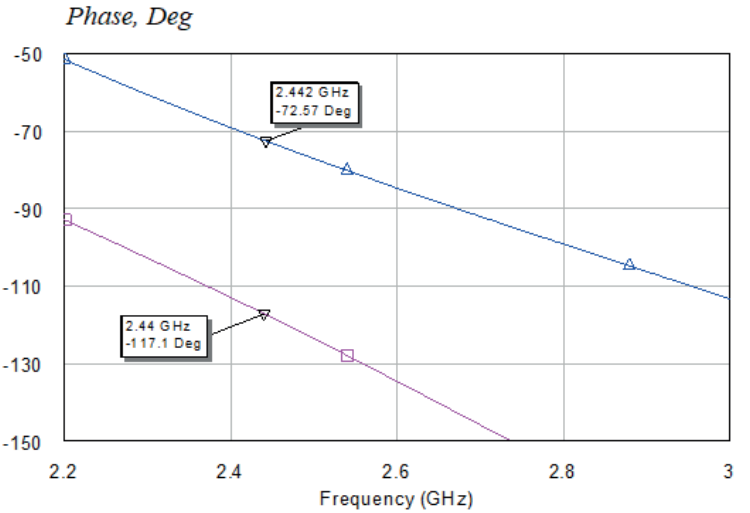


Рис. 5. АЧХ фильтра, перестраиваемого в рабочем диапазоне частот

В качестве варикапов применены высокодобротные варикапы SMV 1232 фирмы «Skyworks». Емкость варикапов изменяется в переделах 0,4… 1,6 пФ при напряжении 0…15 Вольт соответственно. Как следует из анализа рис. 5, регулировка фазового сдвига составляет 45^0, что вполне достаточно для данного двухканального усилителя.

Частотные свойства двухканального усилителя. На основе разработанного сумматора-делителя (рис. 2) и регулируемого фазовращателя (рис. 4) в соответствии со структурной схемой двухканального усилителя рис. 1 было проведено компьютерное схемотехническое моделирование. Полученная частотная зависимость КСВ по входу двухканального усилителя приведена на рис. 6, а его АЧХ представлена на рис. 7.

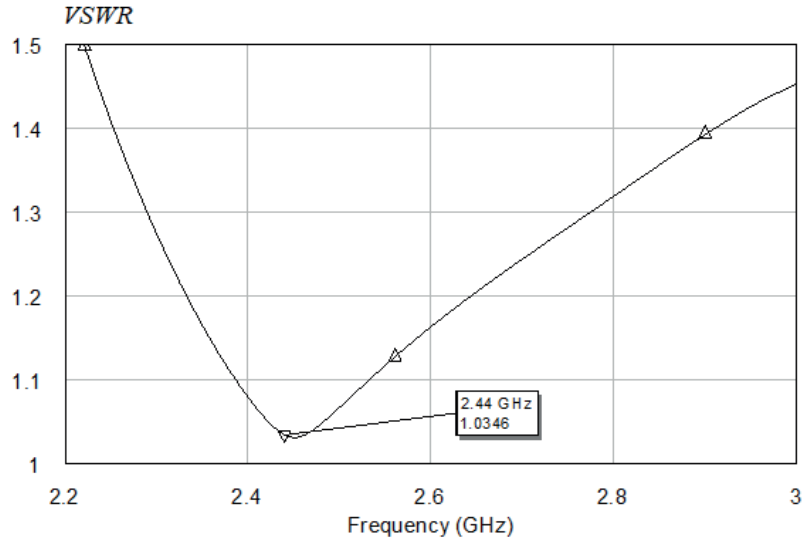


Рис. 6. Частотная зависимость КСВ по входу двухканального усилителя

В каждом канале усилителя были использованы готовые модули HPG47 (2400–2500 МГц) фирмы «YONLIT» с номинальным значением коэффициента усиления 40 дБ и максимальной выходной мощностью 50 Вт. Результаты моделирования полностью

Заключение. В настоящей работе предложена и исследована схемная реализация основных блоков двухканального усилителя мощности Wi-Fi диапазона, выполненного по микрополосковой технологии. Предложенный подход позволяет повысить мощность имеющихся усилителей в 2 или в 4

раза. Усилители повышенной мощности востребованы при усилении Wi-Fi сигнала и в радиопротиводействии.

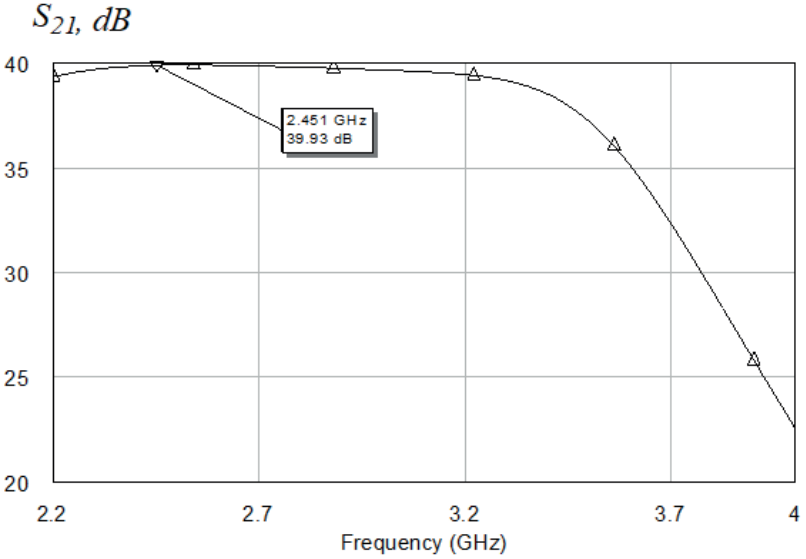


Рис. 7. АЧХ двухканального усилителя

Источники

1. Алыбин В. Г. Компактный СВЧ делитель мощности с развязкой между входами / С. А. Зарапин, С. А. Яхутин // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2018, том 5, выпуск 2. С. 34–39: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 6. С. 108–116.

2. Разинкин В. П. Широкополосные управляемые СВЧ устройства высокого уровня мощности: монография / В. П. Разинкин, В. А. Хрусталев, С. Ю. Матвеев.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.– 316 с. (серия «Монография НГТУ»)

3. Горбачев А. П. Печатные многолучевые антенные решетки с излучателями дипольного вида: монография / А. П. Горбачев, Ю. Н. Паршин.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.– 176 с.

4. Вершеня И. В. Сумматор высокочастотных сигналов / И. В. Вершеня, В. П. Разинкин, В. А. Хрусталев, А. С. Митьков, П. Г. Богомолов // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации, 2025.-№ 2(67).– С. 5–17.

5. Белавская С. В. Делитель высокочастотного сигнала. Патент РФ на изобретение № 2805010 / Белавская С. В., Вершеня И. В., Лисицына Л. И., Разинкин В. П., Хрусталев В. А. H01 P 5/16. Опубл. 10.10.23. Бюл. 28.

6. Белавская С. В. Сумматор высокочастотных сигналов. Патент РФ на изобретение № 28228581 Белавская С. В., Вершеня И. В., Лисицына Л. И., Разинкин В. П., Хрусталев В. А. H01 P 1/16. Опубл. 15.07.24. Бюл. 20.

7. Юзвик Д. А. Фокусировка широкополосных сигналов с использованием антенных решеток / Д. А. Юзвик, М. А. Степанов.– DOI 10.17212/1727–2769–2026–1–48–63.–// Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации – 2026.– № 1 (70).– С. 48–63.

DOI 10.34660/INF.2026.34.40.057

СИСТЕМА ХИМИКАТОВ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛИПКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ НА ПОТОКЕ КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Пепелин Михаил Анатольевич
технический специалист
ООО"Синалаб"
Осипов Павел Васильевич
доктор технических наук, технический эксперт
ООО"Синалаб"

Применение различных видов макулатуры для производства новой бумажной продукции связано с рядом технологических проблем, в первую очередь в мокрой части бумаго- и картоноделательных машин (БДМ / КДМ), в том числе с так называемыми первичными и вторичными отложениями. Первичные отложения вызываются видом используемой макулатуры, содержанием в ней мешающих работе машин апродуктивных химических компонентов, например, из рецептур мелования бумаги и картона. Вторичные отложения- следствие недостатков применяемой химической технологии производства. Их состав включает прежде всего гидролизаты и остатки функциональных химикатов в технологии (химикатов качества), в основном клеев для поверхностной и массной гидрофобизации, крахмального клея. Предупреждение отложений – одна из основных задач действующей технологии, чтобы обеспечить эффективную работу машин по производительности и качеству на скорости, достигающей до и выше 1000 м/мин. Особые трудности возникают с гидролизованными частицами клеев для проклейки в массе на основе алкенил-сукционового ангидрида (АСА) и алкилкетендимеров (АКД), имеющими вид мягких, липких веществ на обезвоживающих элементах сеточной и прессовой частях машин.

Для оценки концентрации мешающих загрязнений в массе, в том числе макулатурной, используют измерения катионной потребности массы, то есть концентрации анионно заряженных мешающих веществ, или измерения мутности фильтратов после обезвоживания массы при формовании бумажного полотна. При этом различают общую катионную потребность и мутность и вызванную исключительно коллоидно растворенными липкими

веществами, которые следует вывести из потока машины до их агломерации в более крупные частицы, далее вызывающие отложения (рис. 1). Для определения катионной потребности и мутности за счет последних фильтрат массы фильтруется дополнительно через стандартный бумажный фильтр. Разность между измерениями общей катионной потребности и мутности и характеристиками за счет коллоидно растворенных веществ дает цифру измеряемых параметров за счет диспергированных и коллоидно диспергированных в массе частиц [1,2]. Существует и понятие удержания коллоидно растворенных частиц в массе. Параметр мутности отражает уровень химического потребления кислорода (ХПК) фильтратов и концентрацию коллоидно-растворенных веществ, включая гидролизаты АСА-клея и провалившиеся частицы используемого в технологии катионного крахмала. Такие измерения важны как с точки зрения экологии, так и оценки эффективности процесса удержания на сетке машины и при локальной очистке подсеточной и оборотной воды от специфических загрязнений [3].



Рис. 1: Составляющие общей катионной потребности массы.

Аналогично цифрам катионной потребности по разности мутностей до и после фильтрования вычисляется относительная эффективность коллоидного удержания.

С целью решения проблемы липких отложений на потоке производства одного из российских предприятий специалистами ООО”Синалаб” были выполнены 10 вариантов лабораторных тестов по их предупреждению. По статистике предприятия, основные проблемы на КДМ возникали из-за низкого удержания АСА-клея при формовании бумажного полотна и гидролиза неудержанных на волокне частиц АСА-клея, налипающих затем на элементы

обезвоживания в сеточной части машины. Предварительный анализ не выявил отрицательные моменты по подготовке клея перед использованием и точкам его дозирования в массу. При выполнении тестов использовались лабораторные инструменты:

- Аппарат Шоппер-Риглера,
- Спектрофотометр фирмы"Hach Dr890",
- Спектрофотометр "Turner Designes".

Химикаты удержания в текущей технологии были заменены на взаимосвязанные по действию продукты фиксации – удержания – обезвоживания от ООО "Компания Налко". Из выполненных сочетаний и расходов различных химикатов с разной химической структурой наиболее эффективными выявились тесты с двумя реагентами разной молекулярной массы и плотностью ионного заряда. В этой системе реагент "Cinalab®7137"- один из компонентов системы фиксации -удержания-обезвоживания в мокрой части БДМ/ КДМ и может обеспечивать эффект, который обычно достигается коагулянтом и флокулянтом. **В** зависимости от точки дозирования на потоке массоподготовки машин он усиливает действие как фиксатора анионных загрязнений, смоляных и липких веществ и способствует их лучшему удержанию на волокне, либо повышает эффективность удержания совместным применением реагента "Cinalab®6107HR", который является основным компонентом удержания в этой системе.

Мутность фильтратов массы по вариантам тестов

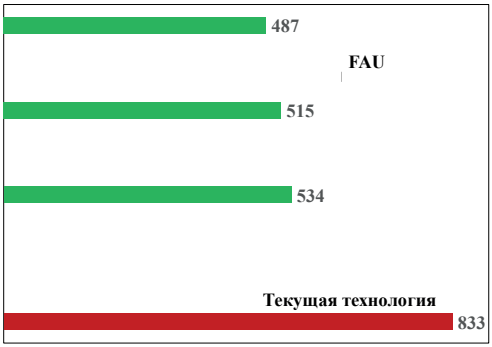


Рис. 2.

По данным тестов была вычислена относительная эффективность коллоидного удержания частиц вероятных отложений (рис. 2,3). Максимальную

эффективность показало сочетание ”Cinalab®7137” с расходом 0,7 кг товарного/т а.с.в. (абсолютно сухое волокно) и 1,0 кг товарного/а.с.в,- второй вариант оказался предпочтительнее в связи с лучшей фиксацией коллоидно растворенных веществ и обезвоживанием массы,- и “Cinalab® 6107 HR” с расходом 0,5 кг товарного/т а.с.в.

Коллоидное удержание

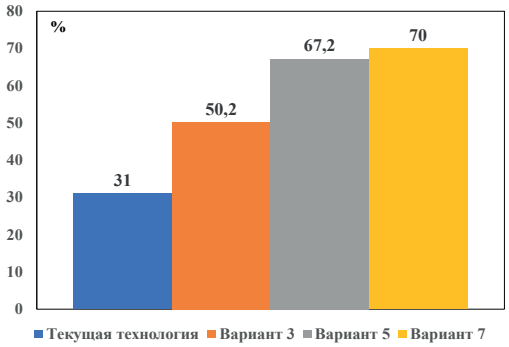


Рис. 3.

Это сочетание было рекомендовано для промышленных испытаний на потоке производства макулатурного картона.

Литература

1. Осипов П. В., Соколов В. В. Коллоидно-химические аспекты решения проблемы смоляных затруднений и повышения эффективности работы машин. / Целлюлоза. Бумага. Картон.-2011.- № 8.– С.74–78.

2. Осипов П. В. Роль процессных химикатов фиксации – удержания в оптимизации комбинированной проклейки. / Целлюлоза. Бумага. Картон.-2016.- № 4.– С.38–41.

3. P. V. Osipov, T.A.v.Vadkerthy, M.Wroe. Optimization of paper machine productivity by regulation of paper furnish electrokinetic parameters. / Paper Technology International.-Summer 2020.-vol.61, No.2.- pp.10–15.

DOI 10.34660/INF.2026.34.55.050

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТРАНСПОРТА И ОБРАЗОВАНИИ

Лоскутова Наталья Ивановна
кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой
Челябинский институт путей сообщения – филиал Уральского государственного университета путей сообщения,
г. Челябинск, Россия

Аннотация: *в данной статье рассматриваются цифровизация транспорта. Перспективы разития транспортной инфраструктуры В системе образования расширяется применение цифровых технологий. Минтранс объявил о 6-ти основных проектах, а именно: беспилотный транспорт для пассажиров и грузов, создания зелёного цифрового коридора пассажиров, бесшовная грузовая логистика, цифровое управление транспортной системой РФ, цифровизация транспортной безопасности, цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *цифровизация, Стратегия развития информационного общества, перспективы развития транспортной инфраструктуры, цели управления, стоимость, перевозка.*

Цифровизация транспорта – это не выдумки, не мечты и даже не будущее! Это уже реальность. В современном обществе все более актуализируются вопросы, связанные с перспективами развития цифровой экономики и затрагивающие интересы как экономических субъектов, так и обычных людей [2].

Цифровая экономика – развивающаяся ускоренными темпами сфера жизни, которая, по мнению экспертов, полностью переформатирует привычные хозяйственные связи и существующие бизнес-модели. Инструменты, которые предлагает цифровая экономика, позволяют полностью удовлетворить потребности клиента и повысить производительность труда. По оценкам финансистов, в ближайшем будущем всех участников этого сектора ждут немалые «цифровые дивиденды», среди них – снижение уровня безработицы, издержек при производстве товаров [2].

В целях реализации Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы, утвержденной Указом Президента РФ от 9 мая

2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы» настоящая Программа направлена на создание условий для развития общества знаний в РФ, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами. [Программа «Цифровая экономика РФ»] [1].

О перспективах развития транспортной инфраструктуры в системе цифровой экономики впервые было заявлено в программе «Цифровая экономика в РФ». Программа дает следующее определение цифровой экономики – это модель управления хозяйством, построенная с максимальным использованием компьютерных технологий, которая позволит вывести на новый уровень повседневную жизнь человека, производственные отношения, структуру экономики, образование [2].

Реализация настоящей Программы требует тесного взаимодействия государства, бизнеса и науки, так как основным результатом ее реализации должно стать создание не менее 10 национальных компаний-лидеров – высокотехнологичных предприятий, развивающих «сквозные» технологии и управляющих цифровыми платформами, которые работают на глобальном рынке и формируют вокруг себя систему «стартапов», исследовательских коллективов и отраслевых предприятий, обеспечивающую развитие цифровой экономики [1].

В системе образования расширяется применение цифровых технологий. Образовательные организации имеют выход в сеть «Интернет» и представлены там на своих сайтах в соответствии с государственными требованиями. Имеется серьезный дефицит кадров в образовательном процессе всех уровней образования. В процедурах итоговой аттестации недостаточно применяются цифровые инструменты учебной деятельности, процесс не включен целостно в цифровую информационную среду.

В целях управления развитием цифровой экономики настоящая Программа определяет цели и задачи в рамках 5 базовых направлений развития цифровой экономики в РФ на период до 2024 года.

Основными целями направления, касающегося кадров и образования, являются:

– создание ключевых условий для подготовки кадров цифровой экономики;

– совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами;

– рынок труда, который должен опираться на требования цифровой экономики;

– создание системы мотивации по освоению необходимых компетенций и участию кадров в развитии цифровой экономики России [1].

23.06.2021 года, Минтранс России заявил об основных шести проектах по улучшению цифровой трансформации транспортной отрасли в городах. А именно:

– Беспилотный транспорт для пассажиров и грузов.
– Создания зелёного цифрового коридора пассажиров.
– Бесшовная грузовая логистика.
– Цифровое управление транспортной системой РФ.
– Цифровизация транспортной безопасности.
– Цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры (8).

Задача беспилотного проекта заключается в создании благоприятных условий для удобного использования беспилотных транспортных средств, в большом количестве.

Чтобы это осуществить, понадобится создать большую специальную безопасную инфраструктуру для беспилотного транспорта, на всей территории страны. Оно должно будет обеспечить использование беспилотных транспортных средств для личных или же коммерческих перевозок.

Данный законопроект повлияет на снижение стоимости перевозок для граждан и бизнеса на 29%, на любых видах транспорта. И, самое главное, проект поможет повысить уровень безопасности на 91%, что является немаловажным.

В целях, к концу 2024 года, добиться следующих успехов:

Обеспечение доставки различных грузов с помощью беспилотных аппаратов.

Использовать беспилотные ж/д подвижные составы, для перевозки, как грузов, так и пассажиров, в большом количестве.

Осуществление перевозок беспилотными транспортными средствами, на ключевых магистралях страны.

Создание беспилотной «Ласточки», которая станет перевозить пассажиров на Московском центральном кольце. [5].

А к 2030 году, запланировано использование беспилотных транспортных средств, для доставки грузов и пассажиров из Китая в Европу, через территорию нашей страны.

Целью создания зеленого цифрового коридора для пассажиров, является, прежде всего, комфортность передвижения граждан. Он должен обеспечить возможность совершения любой поездки, не используя наличные средства и бумажные документы.

Чтобы осуществить данный проект, необходимо начать развитие:

– инструментов безналичных оплат проезда по биометрии;
– онлайн-карты всех маршрутов, на любой вид транспорта;

– создание цифровых профилей пассажиров, основываясь на единой биометрической системе.

Использование 69% граждан РФ безналичной оплаты проезда.

Применение 49 миллионами граждан сервиса «Мобильность как услуга» с одной оплатой.

Во всех крупных городах, проезд пассажиров на общественном транспорте, будет осуществляться с помощью цифрового профиля пассажира.

Задачи к 2030 году:

Повышение мобильности граждан.

Использование транспорта, всеми пассажирами, по биометрии.

Задача бесшовной грузовой логистики подразумевает собой ускорение перевозок, снижение стоимости перевозок, увеличение в несколько раз дохода для бюджета Российской Федерации и различных транспортных компаний.

Всё это должны обеспечить:

– специальная цифровая платформа всего транспортного комплекса;
– преобразование бумажных документов в цифровые;
– использование различных цифровых сервисов УАЭС;
– введение стандартов для перевозочных документов.

В планах на 2030 год:

Уменьшение стоимости доставок на целых 24%.

Увеличение объёма транзита из Китая в Евросоюз через территории России.

Цифровое управление транспортной системы РФ состоит в увеличении безопасности и эффективности транспортного комплекса.

Инструменты внедрения данного проекта:

СИЦ (ситуационный-информационный центр).

Мониторинг транспорта в реальном времени.

Мониторинг всех объектов транспортной инфраструктуры в реальном времени.

На 2030 год запланировано:

Полное развитие транспортного комплекса будет проводиться в цифровом виде.

Внедрение специальной интеллектуальной системы во всех больших агломерациях РФ.

Цифровизация транспортной безопасности заключается в увеличении в несколько раз, информационной безопасности комплекса. Благодаря данному проекту не будут происходит утечки данных пассажиров. Будет проводиться анализ состояния безопасности комплекса в реальном времени.

Что для этого необходимо:

Создание единой среды по мониторингу защищённости данной инфраструктуры.

Внедрение систем по предотвращению утечек информации о пассажирах.

Цифровые двойники объектов инфраструктуры заключается в мониторинге состояний различных объектов данной инфраструктуры. Чтобы проводить мониторинг, необходимо создать 3D-модели всех объектов, которые находятся в транспортной инфраструктуре. Переход на систему планирования строительства и содержания объектов данной инфраструктуры. И, самое важное, это участие граждан в оценке транспортной инфраструктуры [3].

Контроль состояний всех объектов онлайн, автоматизированный анализ и паспортизация объектов, долгосрочная планировка работ по объектам данной инфраструктуры, оптимизация различных расходов на инфраструктуру – это всё является эффектом от реализации данного законопроекта.

Цифровизация транспорта является большим прорывом для страны. Она имеет большое количество плюсов. Например,

Сокращаются время поездок

Намного эффективнее используются автомобили

Уменьшение затрат на перевозку грузов и пассажиров

Уменьшается время транспортировки грузов и пассажиров

Увеличивает доход в бюджет РФ

Увеличение безопасности более чем на 90 %

Цифровая трансформация транспортного комплекса является важным и решительным шагом для государства и не только. Уже на данный момент, мы можем оплачивать покупки с помощью бесконтактной оплаты, в некоторых экспериментальных зонах, можем наблюдать за успешными испытаниями беспилотного транспорта.

Всё это и многое другое, отлично функционирует и в планах довести это до идеала. Все эти сервисы предназначены для комфортной и безопасной жизни. Всё, что мы раньше считали невозможным либо далеким будущим, стало нашим настоящим, ведь будущее уже наступило. [5].

Сегодня наблюдается активная цифровая трансформация транспортной отрасли – создается цифровая транспортная инфраструктура (например, интеллектуальные транспортные системы, цифровые решения для пассажирских и грузовых терминалов и др.), происходит цифровизация транспортных средств (тестирование беспилотных ТС, развитие мониторинга и предиктивных обслуживания и ремонта ТС и др.), разрабатываются цифровые транспортные сервисы (напр., решения «мобильность как сервис» (MaaS)) и т.д. [6]).

В настоящий момент перед транспортной отраслью РФ стоит ряд вызовов:

– Высокая аварийность ввиду человеческого фактора;

– Неэффективность перевозочного процесса традиционными видами транспорта;

– Низкая мобильность населения;

– Высокая доля «серых» перевозок при оплате проезда наличными;

– Низкий уровень использования транзитного потенциала РФ;

– Низкая привлекательность транспортных коридоров РФ ввиду высокой транзакционной нагрузки (бумажные документы, контрольные процедуры, посредники);

– Отсутствие возможности оперативного управления транспортным комплексом из единого центра в зависимости от ситуации;

– Низкая информированность и скоординированность действий федеральных, региональных и местных органов власти, субъектов транспортной деятельности по вопросам обеспечения безопасности на транспорте (включая транспортную безопасность, кибербезопасность);

– Отсутствие возможности мониторинга состояния объектов транспортной инфраструктуры на всех этапах жизненного цикла.

Основная задача проекта – повышение конкурентоспособности и привлекательности транспортно-логистических услуг за счет их цифровой трансформации. Проект решает проблемы высокой аварийности ввиду человеческого фактора, достаточно низкой эффективности (высокие затраты, низкая средняя скорость движения) пассажирских и грузовых перевозок, относительно невысокой мобильности населения, высокой экологической нагрузки транспортного комплекса (выбросы CO2) и др. [6].

В условиях беспрецедентного санкционного давления на нашу страну Минтрансом России в ускоренном режиме предприняты меры по переходу отрасли на отечественные цифровые решения, в том числе через работу Индустриальных центров компетенции.

Цифровые решения, которые внедряются на всех видах транспорта:

Автомобильный

Внедрение электронного документооборота и запуск ГИС ЭПД.

Система «Платон». Только в 2022 году за счет поступивших средств отремонтировано 1 100 км автомобильных дорог в регионах.

«ЭРА-ГЛОНАСС». Осуществлено сопряжение с Системой-112 в 85 регионах.

Федеральный закон о такси и ФГИС «Такси».

Железнодорожный

Беспилотные поезда.

Виртуальная сцепка.

Система ЭТРАН.

Единый билет.

Авиационный транспорт

Переход российских авиакомпаний на отечественные системы бронирования.

Биометрия в аэропортах.

Беспилотные летательные аппараты.

Морской транспорт

Автономное судовождение.

А также автоматизация международных автоперевозок – внедрение электронных навигационных пломб и электронных очередей на границе. [7].

Важное направление развития отрасли – распространение беспилотного транспорта, что требует комплексных решений, включая разработку новых конструкций транспортных средств, строительство необходимой инфраструктуры и обслуживающих систем для них. На фоне роста нагрузки на транспортную систему на первый план выходит оптимизация маршрутов, более эффективное использование территорий и пространств, прежде всего городских. [8]. Постепенно на уровне стран и регионов формируются транспортные коридоры, интегрирующие различные виды транспорта и торговые потоки.

Список источников

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://static.government.ru/media/files.

2.Гутковская А.И., Гутковская Е. А. Развитие цифровой экономики на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс]- Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tsifrovoy-ekonomiki-na-zheleznodorozhnom-transporte.

3. Материалы официального сайта ОАО «РЖД» [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.rzd.ru.

4. Озун А. Интервью «ТР» директора по информационным технологиям ОАО «РЖД» Е. Чаркина [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://transportrussia.ru/item/3819-lokomotiv-tsifrovoj-ekonomiki.html.

5. Цифровые аспекты стратегии развития транспортной отрасли в РФ [Электронный ресурс] –Режим доступа: https://www.geoinformer.com/cifrovizaciya-transporta-razvitie-ci/.

6. Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли РФ [Электронный ресурс]. -Режим доступа: https://storage.strategy24.ru/files/news/202108/05395fd9cb56339c9f6764a3e969afd5.pdf

7.Развитие цифровизации на транспорте [Электронный ресурс].-Режим доступа: https://sicmt.ru/services/razvitie-cifrovizacii-transporta-v-regionah

8.Цифровая трансформация: ожидания и реальность. Высшая школа экономики. Москва –2022г [Электронный ресурс].– Режим доступа: https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082502788/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%20%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_25.04.pdf

DOI 10.34660/INF.2026.34.61.031

УДК 338

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧ И ФУНКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Комаров Сергей Михайлович
кандидат экономических наук, доцент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Калуга, Россия
Шумкин Алексей Павлович
студент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Калуга, Россия

Аннотация. *Статья посвящена сопоставлению задач и функций производственной безопасности для достижения состояния производственной безопасности. Авторы представляют различные подходы к определению производственной безопасности, указывают основные задачи и функции системы производственной безопасности. Также в статье проводится сопоставление задач системы производственной безопасности с функциями системы производственной безопасности. Авторы показывают, что для решения задачи производственной безопасности необходимо выполнение нескольких функций. Кроме того, каждая некоторые функции используются для решения разных задач.*

Ключевые слова: *система производственной безопасности, производственная безопасность, задачи, функции, состояние производственной безопасности.*

Производственная безопасность является достаточно проработанной темой в области экономической безопасности. Однако, несмотря на это в настоящее время не существует единой трактовки производственной безопасности. Одни считают производственную безопасность комплексом мероприятий по снижению возможности возникновения и влияния

на производственный процесс опасных факторов, другие состоянием защищённости организации и её персонала от воздействия внешних и внутренних факторов, третьи в свою очередь считают производственной безопасностью процесс защиты и снижения вероятности воздействия негативных факторов на производственный процесс [1].

Связано это прежде всего с эволюцией самого понятия экономическая безопасность, вследствие которого оно претерпело изменения и породило разные подходы к обеспечению экономической безопасности организации [2].

Рассматривая производственную безопасность как подсистему экономической безопасности её также можно рассматривать с двух принципиально разных подходов.

Первый подход рассматривает производственную безопасность как непрерывный процесс растянутый во времени направленный на снижение негативного влияния внешних и внутренних факторов на производственный процесс.

Второй подход рассматривает производственную безопасность как состояние защищённости организации и её персонала в настоящем, будущем или прошлом моменте времени от воздействия внешних и внутренних факторов.

Следует помнить, что на практике подсистема производственной безопасности, как и любая другая подсистема экономической безопасности, должна быть единообразна системе экономической безопасности, т.е. соответствовать подходу, используемому организацией в целом.

Основными причинами внедрения системы производственной безопасности являются:

– обеспечение безопасности людей на своих рабочих местах;

– защита окружающей среды от ущерба, причиняемого промышленными авариями;

– защита предприятий от серьезных убытков в результате повреждения оборудования;

– устранение несчастных случаев, приводящих к остановке работ и производственным потерям [3].

Эти же причины определяют и основную цель системы обеспечения производственной безопасности, а именно уменьшение воздействия на окружающую среду производственного предприятия и каждого человека.

Для достижения данной цели организация должна решить следующие основные задачи системы производственной безопасности как подсистемы экономической безопасности организации:

– анализ внешних и внутренних факторов инцидентов для предотвращения гибели и потери трудоспособности промышленного персонала, любого повреждения машин и материалов;

– устранение аварий и их последствий, приводящих к остановке работ и производственным потерям;

– уменьшение компенсаций рабочего, страховых тарифов и всех расходов на несчастные случаи;

– повышение морального духа производственного персонала;

– предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.

Также на основании задач системы производственной безопасности выделяют следующие функции системы производственной безопасности:

1. Идентификация опасных факторов производства, оценка риска;

2. Постоянный мониторинг и контроль чрезвычайных ситуаций, аварий, инцидентов и их последствий на предприятии;

3. Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала;

4. Постоянное совершенствование технологического процесса путем внедрения новейших технологий, устройств, средств и методологий;

5. Формирование информационной инфраструктуры необходимой для обеспечения производственной безопасности.

6. Формирование единой стратегии предприятия объединяющей все процессы и всех работников с целью повышения эффективности общего результата;

7. Своевременное обслуживание технических устройств и оборудования, текущий ремонт, и обеспечение сроков по реконструкции.

8. Устранение нарушений в процессе технологии производства работ, выявляемые на различных стадиях различными должностными лицами или категориями сотрудников.

9. Создание безопасной среды для работников предприятия. [4]

Рассматривая производственную безопасность как состояние, сопоставив задачи и функции производственной безопасности можно определить выполнение каких функций позволит решить задачи необходимые для достижения состояния производственной безопасности.

Сопоставление задач и функций производственной безопасности	
Задача	Функция
Анализ внешних и внутренних факторов инцидентов для предотвращения гибели и потери трудоспособности промышленного персонала, любого повреждения машин и материалов.	Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала.

Сопоставление задач и функций производственной безопасности	
Задача	Функция
Анализ внешних и внутренних факторов инцидентов для предотвращения гибели и потери трудоспособности промышленного персонала, любого повреждения машин и материалов.	Идентификация опасных факторов производства, оценка риска.
Анализ внешних и внутренних факторов инцидентов для предотвращения гибели и потери трудоспособности промышленного персонала, любого повреждения машин и материалов	Формирование информационной инфраструктуры необходимой для обеспечения производственной безопасности.
Анализ внешних и внутренних факторов инцидентов для предотвращения гибели и потери трудоспособности промышленного персонала, любого повреждения машин и материалов	Формирование единой стратегии предприятия объединяющей все процессы и всех работников с целью повышения эффективности общего результата.
Устранение аварий и их последствий, приводящих к остановке работ и производственным потерям.	Постоянный мониторинг и контроль чрезвычайных ситуаций, аварий, инцидентов и их последствий на предприятии.
Устранение аварий и их последствий, приводящих к остановке работ и производственным потерям.	Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала
Уменьшение компенсаций рабочего, страховых тарифов и всех расходов на несчастные случаи	Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала.
Уменьшение компенсаций рабочего, страховых тарифов и всех расходов на несчастные случаи	Постоянное совершенствование технологического процесса путем внедрения новейших технологий, устройств, средств и методологий.
Повышение морального духа производственного персонала	Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала
Повышение морального духа производственного персонала	Постоянное совершенствование технологического процесса путем внедрения новейших технологий, устройств, средств и методологий.

Сопоставление задач и функций производственной безопасности	
Задача	Функция
Предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.	Постоянный мониторинг и контроль правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а также обучение и инструктирование персонала.
Предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.	Постоянное совершенствование технологического процесса путем внедрения новейших технологий, устройств, средств и методологий.
Предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.	Своевременное обслуживание технических устройств и оборудования, текущий ремонт, и обеспечение сроков по реконструкции.
Предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.	Устранение нарушений в процессе технологии производства работ, выявляемые на различных стадиях различными должностными лицами или категориями сотрудников.
Предотвращение несчастных случаев в промышленности за счет снижения любых опасностей.	Создание безопасной среды для работников предприятия.

Как видно из таблицы каждая задача производственной безопасности решается посредством выполнения различных функций. Кроме того, некоторые функции могут использоваться для решения разных задач системы производственной безопасности.

Библиографический список

1) Бабанская, А. С. Производственная безопасность организации: сущность, риски, индикаторы / А. С. Бабанская // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление.– 2016.– № 2.– С. 183–189;

2) Ким П. В. Формирование системы обеспечения экономической безопасности предприятия // Вопросы экономики и управления. 2020. № 1 (23). С. 14–16;

3) Столбова Е. Д. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ // Вестник магистратуры. 2022. № 1–1 (124);

4) Золотарев А. А. Особенности промышленной безопасности производственного предприятия // Символ науки. 2020. № 3.

DOI 10.34660/INF.2026.34.63.130

УДК 338

УГРОЗА ИМУЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЁ ВИДЫ

Комаров Сергей Михайлович
кандидат экономических наук, доцент
Калужский филиал Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Калуга, Россия
Жигулёв Александр Константинович
студент
Калужский филиал Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Калуга, Россия

Аннотация. *Статья посвящена зависимости трактовки имущественной безопасности и видов идентифицируемых угроз. Авторы рассматривают различные трактовки имущества, различные классификации видов угроз имущественной безопасности. Авторы дополняют угрозы имущественной безопасности новыми видами на основании нового классификационного признака, а также дают авторское определение угрозы имущественной безопасности.*

Ключевые слова: *имущественная безопасность, объект имущественной безопасности, имущество, угроза имущественной безопасности.*

Имущественная безопасность – это состояние защищённости имущества, находящегося в распоряжении предприятия и используемого им для удовлетворения общественных потребностей и получения дохода, от разнообразных внешних и внутренних угроз посредством осуществления комплекса мероприятий правового, административного, экономического, инженерно-технического и воспитательного характера [1].

В качестве основной цели имущественной безопасности выступает сохранение имущества. При чём не только имущество, находящееся в собственности хозяйствующего субъекта, но и в оперативном управлении и ведении. Соответственно объектом имущественной безопасности является

имущество, находящееся в собственности как самого хозяйствующего субъекта, так и на правах ведения или оперативного управления.

Несмотря на наличие одинаковых признаков существует несколько вариантов понятия имущества:

1) все материальные и нематериальные ценности, которые используются в его хозяйственной деятельности [2];

2) совокупность вещей и материальных ценностей, состоящих, прежде всего, в собственности лица (физического или юридического), государства или муниципального образования, либо принадлежащего организации на праве хозяйственного ведения или оперативного управления;

3) совокупность вещей и имущественных прав на получение вещей или имущественного удовлетворения от других лиц (актив);

4) совокупность вещей, имущественных прав и обязанностей, которые характеризуют имущественное положение их носителя (актив и пассив) [3].

Наиболее полно имущество отражено четвёртым определением, так как в данной трактовке подразумеваются и материальные и нематериальные ценности из первого и второго определения, а также имущественные права из третьего определения и в том числе присутствуют обязательства, которых нет в первых трёх определениях, но при этом ими выражены могут быть выражены имущественные обязательства перед собственниками организации.

В качестве угрозы имущественной безопасности выделяют комплекс условий, которые формируют конкретные требования или способности захвата собственности компании, которые считаются противозаконными [4].

В соответствие с данной трактовкой можно выделить следующие виды угроз имущественной безопасности на основании различных классификационных признаков:

1) в зависимости от среды возникновения выделяют внешние и внутренние угрозы;

2) в зависимости от отношения к субъекту выделяют объективные и субъективные;

3) в зависимости от степени управляемости выделяют управляемые и неуправляемые;

4) в зависимости от степени утраты имущества выделяют приводящие к полной утрате имущества и приводящие к частичной утрате имущества.

Очевидно, что представленная ранее трактовка угрозы имущественной безопасности не является полной, так как имущество можно потерять не только в следствие противозаконных действий, но также в результате чрезвычайных ситуаций и непредвиденных обстоятельств. Кроме того, сама группировка видов угроз в зависимости от степени утраты имущества, а также трактовка имущества как совокупность вещей, имущественных прав

и обязанностей, которые характеризуют имущественное положение их носителя подразумевают не только рейдерский захват компании, но и непосредственное хищение материальных ценностей.

Таким образом, образом определение угрозы имущественной безопасности можно расширить до комплекса условий, которые формируют конкретные требования или способности захвата собственной компании, которые считаются противозаконными, а также иной утраты имущества.

В случае такой трактовки угрозы имущественной безопасности становится возможным дополнить виды угроз имущественной безопасности по следующим классификационным признакам:

1) в зависимости от характера институциональные, управленческие, технические и природные;

2) в зависимости от результата воздействия на имущественную безопасность приводящие к необратимым последствиям и позволяющие в перспективе восстановить имущественную безопасность.

Технические и природные виды угроз очевидно выступают в виде уничтожения, утери и порчи имущества и не могут выражаться в виде захвата собственности компании. Управленческие угрозы могут выступать как в виде уничтожения, утери и порчи имущества, так и в виде незаконного захвата имущества. Кроме того, если институциональные и управленческие угрозы приводящие к захвату собственности организации можно оспорить в суде и обратить вспять, технические и природные как правило приводят к необратимым последствиям, так как уничтоженное имущество невозможно восстановить.

Таким образом, выбранная организацией трактовка угрозы имущественной безопасности влияет на идентификацию угроз, а, следовательно, и на оценку состояния имущественной безопасности хозяйствующего субъекта.

Библиографический список

1. Гашо, И. А. К вопросу о сущности имущественной безопасности и ее роли в системе безопасности / И. А. Гашо, О. В. Иовлева, Е. В. Токарь // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права.– 2019.– № 2(75).– С. 95–106;

2. Уколов, И. О. Сущность имущественной безопасности и ее место в системе экономической безопасности / И. О. Уколов, М. Г. Резин // ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ науки и ОБРАЗОВАНИЯ: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 марта 2019 года.– Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019.– С. 124–126;

3. Большой юридический словарь [Текст] / Под ред. А. Я. Сухарева.– 3-е изд., доп. и перераб.– М.: ИНФРА-М, 2007.– 858 с;

4. Алифанова, Е. А. Имущественная безопасность предприятия / Е. А. Алифанова, С. Л. Шульга // Экономика, бизнес, инновации: сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 августа 2019 года.– Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019.– С. 102–104.

DOI 10.34660/INF.2026.35.77.048

РОССИЙСКАЯ НЕФТЬ НА ИНДИЙСКОМ РЫНКЕ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Чеснокова Светлана Викторовна
научный сотрудник
Отдела экономических исследований
Института востоковедения РАН

Аннотация. *На протяжении последних лет, начиная с 2022 года, Россия является крупнейшим поставщиком нефти в Индию. В отдельные периоды времени доля российской нефти превышала 40% от общего импорта Индии, а летом 2026 года достигла более половины объема совокупных поставок. В конце 2025–2026 гг. российско-индийская торговля нефтью развивалась под воздействием одновременно нескольких факторов: ужесточения санкционного давления на российский нефтяной сектор, торгового давления США на Индию и масштабного кризиса на Ближнем Востоке, создавшего угрозу поставкам через Ормузский пролив.*

В статье представлен анализ трансформации экспорта российской нефти в Индию в сложившихся условиях. Подробно рассматривается динамика поставок нефти за период с начала 2022 года до августа 2026 года. Показаны резкие изменения, произошедшие весной и летом 2026 года. Анализ позволяет выявить зависимость объёмов поставок не только от санкционных ограничений и ценовых факторов, но и от состояния альтернативных маршрутов снабжения, прежде всего с Ближнего Востока.

Сделан вывод, что, несмотря на существенную волатильность и сохраняющееся внешнее давление, российская нефть продолжает занимать значимое место в структуре индийского импорта и сохраняет важную роль в мировой энергетической системе. Высокая зависимость Индии от импорта нефти и рост её потребностей в энергоресурсах создают предпосылки для сохранения значительных объёмов российско-индийской нефтяной торговли в обозримой перспективе. Полное прекращение экспорта нефти из РФ в Индию представляется маловероятным при любых обстоятельствах и политические инструменты давления имеют свои границы. В работе показано, что российская нефть остается важным стабилизирующим элементом в мировой энергетической системе.

Ключевые слова: *нефть, экспорт, импорт, санкции, энергетическая безопасность, Ормузский пролив, Ближний Восток, мировой нефтяной рынок.*

Abstract. *For the past several years, beginning in 2022, Russia has been the largest supplier of oil to India. At certain periods, the share of Russian oil exceeded 40% of India's total imports, while in the summer of 2026 it accounted for more than half of the country's total oil imports. In late 2025 and throughout 2026, Russian-Indian oil trade developed under the simultaneous influence of several factors: tighter sanctions pressure on the Russian oil sector, U.S. trade pressure on India and a major crisis in the Middle East that threatened oil supplies through the Strait of Hormuz.*

The article analyzes the transformation of Russian oil exports to India under these conditions. Particular attention is paid to the dynamics of oil supplies from the beginning of 2022 through August 2026. The sharp changes that occurred in the spring and summer of 2026 are examined in detail. The analysis demonstrates that supply volumes depend not only on sanctions restrictions and price factors, but also on the availability and reliability of alternative supply routes, particularly those from the Middle East.

The study concludes that, despite considerable volatility and continuing external pressure, Russian oil continues to occupy a significant place in the structure of India's imports and to play an important role in the global energy system. India's high dependence on imported oil and its growing energy demand create the prerequisites for maintaining substantial volumes of Russian-Indian oil trade in the foreseeable future. A complete cessation of Russian oil exports to India appears unlikely under any circumstances, while political instruments of pressure have inherent limitations. The study shows that Russian oil remains an important stabilizing element in the global energy system.

Keywords: *oil, exports, imports, sanctions, energy security, Strait of Hormuz, Middle East, global oil market.*

На протяжении последних лет, начиная с 2022 года, Россия является крупнейшим экспортером нефти в Индию. В определенные периоды времени доля российской нефти превышала 40% от общего индийского импорта, а в июле 2026 года она составила более 55%1.

[1] Тихонов С. Россия бьет рекорды по поставкам нефти в Индию. В чем причина и почему объемы могут снизиться // Российская газета 20.08.2026. URL: https://rg.ru/2026/08/20/polovina-dela.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

В конце 2025 – начале 2026 гг. торговля нефтью с Индией оказалась под влиянием сразу нескольких геополитических процессов – ужесточения американских санкций против российских нефтяных компаний, торгового давления Вашингтона на Нью-Дели и масштабного кризиса на Ближнем Востоке, который поставил под угрозу поставки нефти через Ормузский пролив. В результате этого в январе и феврале 2026 года поставки российской нефти в Индию были минимальные за последние годы и составляли 1,1 млн б/с[1]. В тот период многие эксперты прогнозировали дальнейшее понижение объемов поставок. Однако ситуация неожиданно изменилась и летом 2026 года поставки достигли рекордных объемов. Дело в том, что в конце февраля 2026 года военный конфликт между США, Израилем и Ираном привел к масштабному кризису в Персидском заливе. Для стабилизации мирового энергетического рынка и предотвращения дальнейшего роста цен на топливо в начале марта 2026 года Вашингтон временно смягчил санкционный режим и разрешил странам, включая Индию, в течение 30 дней покупать российскую нефть, уже находящуюся на танкерах в море. Этот факт наглядно показывает, насколько важны российские поставки для мирового нефтяного рынка и для крупнейших импортеров нефти, прежде всего, для Индии.

В последние годы ситуация с экспортом российской нефти в Индию развивалась следующим образом. До 2021 года поставки были минимальные. Весной 2022 года США, Великобритания, Канада и ряд других государств практически отказались от импорта российской нефти, а большинство европейских стран заметно сократили закупки. В этой ситуации началось увеличение поставок в крупнейшие азиатские страны – Китай и Индию. В 2022 году порядка 40 млн тонн нефти и нефтепродуктов из российского экспорта, предназначенного для Запада, ушло на Восток[2]. Доли азиатских стран в российском экспорте существенно увеличились. Так, в 2023 году доля Китая и Индии в экспорте нефти и нефтепродуктов из РФ составила 90% (в том числе, Китая – 50%, а Индии – 40%). При этом, лишь 4–5% российской нефти и нефтепродуктов было поставлено в Европу, на которую раньше приходилось до 40–45%[3]. В 2024 году доля Китая и Индии в экспорте российской нефти составила 81%

[1] Сокращение поставок нефти в Индию серьезно ударит по доходам бюджета // Финам 09.02.2026. URL: https://www.finam.ru/publications/item/sokrashchenie-postavok-nefti-v-indiyu-serezno-udarit-po-dokhodam-byudzheta-20260209–0920/

[2] Андреева А. Россия увеличила поставки нефти в Индию в 22 раза. Ее покупают со скидкой // Газета.Ru (Gazeta.Ru). 28.03.2023. URL: https://www.gazeta.ru/business/2023/03/28/16467445.shtml?updated

[3] Паршинова П. В апреле 2024 г. Индия увеличила импорт российской нефти на 20% // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. 3.05.2024. URL: https://

(45% – Китай и 36% – Индия)[1]. В 2025 году на эти страны пришлось около 80% (44–45% – на Китай и 35–36% – на Индию)[2].

Особенно интенсивно росли поставки нефти из России в Индию. Этот рост существенно превосходил аналогичный показатель на китайском направлении. В частности, экспортные поставки нефти в КНР в 2022 году составили 86 млн тонн, в 2023-м – 107 млн тонн, в 2024-м – 108,47 млн тонн[3], а по итогам 2025 года – приблизительно 105 млн тонн[4]. В то же время на индийском направлении экспорт нефти из России составлял в 2022 году 45 млн тонн, в 2023 году произошел резкий скачок до 82,2 млн тонн, в 2024 году объем поставок составил 87,5 млн тонн[5], а в 2025 году немного понизился – до 85 млн тонн[6]. В 2023 году Китай увеличил закупки российской нефти на 25%, а Индия – на 82,7%. В отличие от Индии, экспорт российской нефти в Китай осуществлялся в значительных объемах и до 2022 года, и впоследствии произошло лишь его увеличение. На индийском направлении ситуация развивалась по-другому – произошел беспрецедентный скачок объема экспорта российской нефти. Фактически большую часть энергоресурса, которая раньше экспортировалась в Европу, удалось перенаправить именно в Индию. После этого и до последнего времени индийский и китайский рынки сбыта российской нефти были практически равноценными.

Как было отмечено выше, до 2022 года Индия почти не импортировала российскую нефть. В тот период доминирующее положение на индийском рынке занимали страны Ближнего Востока, обеспечивавшие более 60% импорта нефти. Ситуация начала стремительно меняться весной 2022 года,

neftegaz.ru/news/transport-and-storage/832149-v-aprele-2024-g-indiya-uvelichila-import-rossiyskoy-nefti-na-20-/

[1] Дмитриева Т. Нефть: снижение добычи и рост экспорта // Морские вести России. 06.05.2025. URL: https://morvesti.ru/themes/1694/115503/

[2] Russia exported 238 mn tons of oil in 2025 to China and India, Deputy PM Alexander Novak says // ET Energyworld.com. 28.02.2026. URL: https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/oil-and-gas/russia-exported-238-mn-t-of-oil-in-2025-to-china-and-india-deputy-pm-alexander-novak-says/128872446?

[3] Китай в 2024 году обновил рекорд импорта нефти из РФ. // Интерфакс. 20.01.2025. URL: https://www.interfax.ru/business/1003780

[4] Russian Oil Deliveries to China Drop 7.6% in 2025 Despite July Rebound – Here's Why // BTCC Academy 21.08.2025. URL: https://www.btcc.com/en-IN/square/QuantumNode99/844032

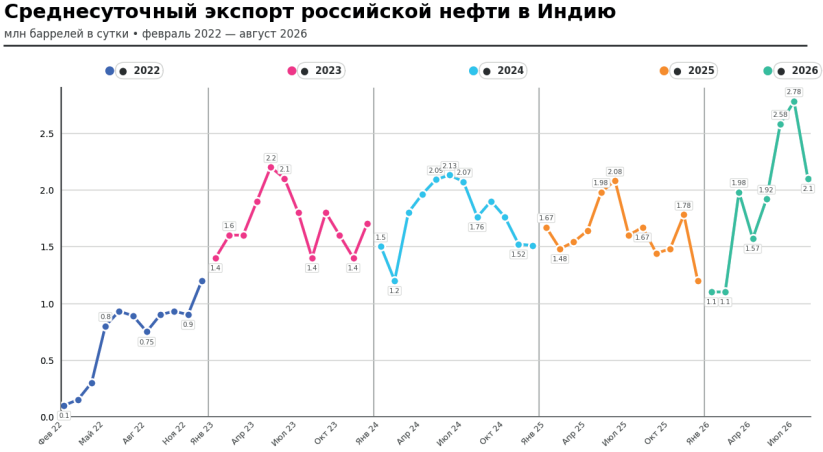
[5] Дмитриева Т. Нефть: снижение добычи и рост экспорта // Морские вести России. 06.05.2025. URL: https://morvesti.ru/themes/1694/115503/

[6] Mathur A. Russia retains top spot as India's crude source despite US pressure // Times of India 09.03.2026. URL: https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/russia-retains-top-spot-as-indias-crude-source-despite-us-pressure/articleshow/129287618.cms

и уже в октябре Россия стала крупнейшим экспортером нефти в Индию. Решение Нью-Дели о масштабном расширении закупок у РФ в 2022 году было принято вопреки дипломатическому противодействию со стороны Соединенных Штатов. Официальные лица Индии неоднократно подчеркивали прагматичный характер своей энергетической политики, в основе которой лежат национальные экономические интересы.

Закупка российских ресурсов была и остается крайне рентабельной для индийской стороны. Столь эффективная и быстрая экспансия российского сырья на индийский рынок стала возможной благодаря сочетанию двух факторов: привлекательной ценовой политике (дисконты на сорт Urals) и колоссальной емкости самого индийского рынка. Страна является вторым по величине импортером нефти в Азии. 85% потребностей индийской экономики в нефти покрывается за счет импорта, что делает её критически зависимой от стабильности и доступности зарубежных поставок.

Среднесуточные объемы экспорта российской нефти в Индию за февраль 2022 – август 2026 гг. представлены на графике. Ввиду отсутствия официальной статистики, график основан на расчётах автора по данным, полученным из открытых источников, включая материалы информационных агентств и СМИ. Несмотря на возможные расхождения в абсолютных значениях между различными источниками, тенденции наблюдаются аналогичные.



Источники: рассчитано по данным Bloomberg, Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA), IEA (International Energy Agency), Kpler (Leading Commodities Market Data & Analytics Solutions), Reuters | Breaking International News & Views, Vortexa и средств массовой информации.

Как видно из графика, стремительный рост объемов закупок российской нефти произошел в первой половине 2022 г.: в феврале он составлял менее 100 тыс. б/с[1], а в июне достиг уже 950 тыс. б/с[2]. Причинами такого уникального роста стало резкое сокращение закупок западными странами и предоставление значительного дисконта на нефть марки Urals, который составлял в тот период 25–30 долл. к марке Brent.

Впечатляющий рост поставок произошел также за период с ноября 2022 по май 2023 гг., когда он достиг 2,2 млн б/с. Как и в первой половине 2022 года, этому способствовало предоставление существенных скидок.

Высокий уровень поставок нефти сохранялся достаточно долго, несмотря на периодические колебания. Во второй половине 2023 года импорт российской нефти в Индию составлял 1,4–1,8 млн б/с. Небольшое понижение было связано, прежде всего, с постепенным сокращением дисконтов, периодическими проблемами с оплатой и страхованием, давлением со стороны США и Европы.

В 2024 году ситуация была аналогичной: март-июль – рост (до 2,13 млн б/с), затем постепенное снижение к концу года. Причины некоторого понижения объемов поставок были прежние – уменьшение ценовых преимуществ и влияние санкций.

Объем экспорта российской нефти в Индию в 2025 году оставался сопоставимым с уровнем предыдущего года до ноября (включительно), несмотря на дополнительные санкции. Поставки составляли в январе 1,67 млн б/с[3], в феврале – 1,48 млн б/с[4] и в марте – 1,54 млн б/с[5]. В первом квартале 2025 года Россия по-прежнему оставалась крупнейшим экспортером

---

[1] Будрис А. Россия перенаправила нефть в Китай и Индию: достаточно ли этих двух рынков // forbes.ru. 03.04.2023. URL: https://www.forbes.ru/biznes/486911-rossia-perenapravila-neft-v-kitaj-i-indiu-dostatocno-li-etih-dvuh-rynkov

[2] Россия нарастила экспорт нефти в Индию до 950 тыс. б/с. // Бизнес-портал NEDRADV. 12.07.2022 URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=6c744a2b6ca17d48b98905a27a45073e

[3] India's January Russian crude oil purchases surge despite sanctions // Business Standard 01.02.2026. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-jan-russian-crude-imports-surge-despite-sanctions-but-risks-loom-125013101016_1.html

[4] India's January Russian crude oil purchases surge despite sanctions // Business Standard 01.02.2026. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-jan-russian-crude-imports-surge-despite-sanctions-but-risks-loom-125013101016_1.html

[5] Russian oil supplies to India recover in March, sources say // The Economic Times 12.03.2025. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/russian-oil-supplies-to-india-recover-in-march-sources-say/articleshow/118935519.cms

нефти в Индию, хотя объемы поставок были несколько ниже, чем средние за предыдущий год. В этот период увеличился импорт нефти из стран Ближнего Востока. В значительной степени это было вызвано введением США в январе 2025 года очередного пакета антироссийских санкций, затрагивающих нефтяной сектор (логистику, «теневой флот», трейдинговые компании). Помимо этого, в феврале 2025 года ЕС ввел 16-й пакет санкций[1]. Снижению экспорта российской нефти в первом квартале 2025 года способствовало также завершение плановых работ на российских НПЗ и начало ремонта на некоторых индийских НПЗ.

В апреле 2025 года Индия закупала российскую нефть в объеме 1,64 млн б/с[2]. В мае этот показатель увеличился до 1,98 млн б/с[3], а в июне он достиг рекордного за 2025 год уровня в 2,08 млн б/с[4]. Вероятно, что такому значительному росту способствовало, как всегда, увеличение скидок.

В июле 2025 года объем поставок немного снизился и составил 1,6 млн б/с[5], в августе – 1,67 млн б/с[6] и в сентябре – 1,44 млн б/с[7].

---

[1] Игнатьева А. Поставки нефти из России в Индию незначительно сократились после январских санкций США // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. 5.03.2025. URL: https://neftegaz.ru/news/Trading/882559-postavki-nefti-iz-rossii-v-indiyu-neznachitelno-sokratilis-posle-yanvarskikh-sanktsiy-ssha/

[2] Lin M. Russian crude exports stay high in April; gasoil shipments dip on refinery maintenance // S&P Global 06.05.2025. URL: https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/crude-oil/050625-russian-crude-exports-stay-high-in-april-gasoil-shipments-dip-on-refinery-maintenance

[3] India's imports of Russian oil hit 10-month high in May, shows data // Business Standard 03.06.2025. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-imports-of-russian-oil-hit-10-month-high-in-may-shows-data-125060300638_1.html

[4] Russia oil squeeze: Trump's 100% tariff threat – should India panic // Times of India 18.07.2025. URL: https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/russia-crude-oil-supply-squeeze-donald-trump-nato-100-tariff-threat-should-india-panic/articleshow/122646550.cms

[5] Jha L. K. India's imports of Russian oil products remain modest compared to Turkey, China, and Brazil // The Tribune 07.08.2025. URL: https://www.tribuneindia.com/news/world/indias-imports-of-russian-oil-products-remain-modest-compared-to-turkey-china-and-brazil/

[6] Russian crude's share rises 5% in a shrunk August basket // The Economic Times 03.09.2025. URL: https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/foreign-trade/russian-crudes-share-rises-5-in-a-shrunk-august-basket/articleshow/123683304.cms

[7] Белкова Е. Экспорт российской нефти в Индию снизился до минимального уровня с ноября 2022 года // Forbes.ru 20.01.2026 URL: https://www.forbes.ru/biznes/553904-eksport-rossijskoj-nefti-v-indiu-snizilsa-do-minimal-nogo-urovna-s-noabra-2022-goda

В октябре 2025 года импорт российской нефти в Индию составил 1,48 млн б/с[1], несмотря на требования со стороны Вашингтона сократить закупки. В ноябре 2025 года Индия импортировала 1,78 млн баррелей российской нефти в сутки[2]. Некоторое увеличение было вызвано тем, что импортеры старались закупить как можно больше российских энергоносителей в ноябре до вступления в силу санкций США против «Роснефти» и «Лукойла».

Экспорт российской нефти в Индию в декабре 2025 года опустился до минимального уровня с ноября 2022-го года – 1,2 млн б/с, пишет Bloomberg[3]. В январе 2026 года Индия импортировала 1,1 млн б/с[4] российской нефти, и в феврале объем поставок оставался на том же низком уровне – 1,1 млн б/с, что составляло 21 % от общего индийского импорта нефти[5].

В дальнейшем ситуация начала стремительно меняться. В марте 2026 года поставки российской нефти в Индию резко выросли и составили 1,98 млн б/с. Такое увеличение было связано, прежде всего, с временным смягчением американских санкционных ограничений на отдельные партии российской нефти и с перебоями поставок из стран Ближнего Востока на фоне кризиса вокруг Ормузского пролива[6].

В апреле 2026 года импорт российской нефти в Индию снизился примерно на 20 % – до 1,57 млн б/с. Возможными причинами этого явления

[1] Белкова Е. Экспорт российской нефти в Индию снизился до минимального уровня с ноября 2022 года // Forbes.ru 20.01.2026 URL: https://www.forbes.ru/biznes/553904-eksport-rossijskoj-nefti-v-indiu-snizilsa-do-minimal-nogo-urovna-s-noabra-2022-goda

[2] Индия в октябре снизила импорт нефти из РФ до 32,2 % // Интерфакс 17.12.2025 URL: https://www.interfax.ru/world/1063752

[3] Индия в октябре снизила импорт нефти из РФ до 32,2 % // Интерфакс 17.12.2025 URL: https://www.interfax.ru/world/1063752

[4] Сокращение поставок нефти в Индию серьезно ударит по доходам бюджета // Финам 09.02.2026. URL: https://www.finam.ru/publications/item/sokrashchenie-postavok-nefti-v-indiyu-serezno-udarit-po-dokhodam-byudzheta-20260209–0920/

[5] Verma N. Russian share of India's January oil imports lowest since late 2022, data shows // Reuters 18.02.2026. URL: https://www.reuters.com/business/energy/russian-share-indias-january-oil-imports-lowest-since-late-2022-data-shows-2026–02–18/

[6] India ramps up Russian oil imports as sanctions threat begins to fade // The Economic Times. 13.04.2026. URL: https://economictimes.indiatimes.com/wealth/invest/india-ramps-up-russian-oil-imports-as-sanctions-threat-begins-to-fade/articleshow/130173899.cms

стали плановый ремонт НПЗ Nayara Energy и перебои с отгрузками на одном из российских экспортных терминалов[1].

В мае 2026 года поставки вновь увеличились – приблизительно до 1,92 млн б/с, то есть примерно на одну пятую по сравнению с апрелем. Росту способствовало возобновление работы НПЗ Nayara Energy[2].

В июне 2026 года импорт российской нефти вырос до 2,58 млн б/с. Это было связано с ограниченной доступностью части поставок из стран Ближнего Востока, расширением дисконта на российскую нефть примерно до 2–5 долл. за баррель и снижением спроса со стороны Китая[3].

В июле 2026 года был установлен рекорд за все время наблюдения: поставки российской нефти в Индию достигли 2,78 млн б/с. По данным Kpler, российская нефть обеспечивала более половины индийского импорта. Высокий уровень закупок поддерживался сохранявшимися проблемами с поставками из стран Ближнего Востока и устойчивой доступностью российских грузов[4].

В августе 2026 года тенденция изменилась: импорт российской нефти в Индию снизился примерно до 2,1 млн б/с. Сокращение объемов поставок было связано с несколькими факторами. В частности, уменьшилась доступность отдельных партий российской нефти, одновременно усилилась конкуренция за российское сырье со стороны китайских покупателей. Определенное влияние оказали плановые ремонты на ряде индийских нефтеперерабатывающих заводов, которые временно снизили потребность в импортном сырье[5].

---

[1] Choudhary S. India's Russian oil imports cool 20% in April after March spike // The Economic Times. 27.04.2026. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/indias-russian-oil-imports-cool-20-in-april-after-march-spike/articleshow/130562501.cms

[2] India's May oil supply from UAE tops pre-war levels as imports rise, data shows // Reuters. 18.06.2026. URL: https://www.brecorder.com/news/40426186

[3] Mathur S. Russian crude oil imports reach record high in June as discounts widen // Business Standard. 01.07.2026. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-russian-crude-imports-hit-record-high-in-june-as-discounts-widen-126070101438_1.html

[4] Bharadwaj A. India's Russian oil import hits record high of 2.78 mbd in July, tops 50% of total imports: Kpler // Moneycontrol. 30.07.2026. URL: https://www.moneycontrol.com/news/business/economy/russia-s-share-of-india-s-oil-imports-tops-50-at-2–78-mbd-in-july-kpler-13988621.html

[5] Bubna U. India's Russian crude imports fall sharply in August as China competes for discounted oil barrels // ThePrint. 31.08.2026. URL: https://theprint.in/economy/indias-russian-crude-imports-fall-sharply-in-august-as-china-competes-for-discounted-oil-barrels/3029548/

Следует подчеркнуть, что Россия на протяжении длительного времени удерживает ведущие позиции на индийском нефтяном рынке несмотря на постоянное санкционное давление. Так, 5 декабря 2022 года страны G7 ввели так называемый «потолок цен» на российскую нефть на уровне 60 долларов за баррель. Изначально к этой инициативе присоединились Великобритания, Германия, Италия, Канада, США, Франция и Япония, после чего аналогичные меры поддержали государства Европейского союза, Австралия, а также ряд европейских стран, не входящих в ЕС. Ограничения предусматривали запрет на морскую транспортировку российской нефти, если её стоимость превышала установленный предел, а также на оказание сопутствующих услуг, включая страхование перевозок. С 5 февраля 2023 года данные меры были распространены и на нефтепродукты.

В январе 2025 года Соединённые Штаты расширили санкционное давление, приняв новый пакет ограничений, нацеленный на ключевые элементы российской нефтяного экспорта – логистическую инфраструктуру, так называемый «теневой флот», а также трейдинговые структуры. Под действие санкций подпали более 180 нефтеналивных судов, среди которых 69 танкеров крупнейшей российской судоходной компании «Совкомфлот»[1]. Однако несмотря на созданные сложности, отрасль продемонстрировала способность к быстрой адаптации. Уже к концу января судовладельцы и экспортеры начали перестраивать логистические цепочки и начался рост поставок в Индию, что привело к восстановлению общего объема экспорта.

Давление на экспортеров также усилилось в феврале 2025 года, когда Европейский союз принял шестнадцатый пакет санкций, включающий запрет на временное хранение российской нефти и нефтепродуктов, а также новые ограничения в отношении «теневого флота»[2].

В августе 2025 года Соединённые Штаты предприняли ещё один шаг, введя тарифы на индийский экспорт. Два раза за месяц были приняты решения, каждое из которых предусматривало введение ставок на 25 %, что в совокупности увеличило тарифную нагрузку на 50 процентных пунктов. Формальным основанием для этих действий стало недовольство США значительными объёмами закупок Индией российской нефти, обеспечивающими

[1] Будрис А. Прощальный привет Байдена: что потеряет российский ТЭК из-за новых санкций США // forbes.ru 14.01.2025 URL: https://www.forbes.ru/biznes/528718-prosalnyj-privet-bajdena-cto-poteraet-rossijskij-tek-iz-za-novyh-sankcij-ssa

[2] Игнатьева А. Поставки нефти из России в Индию незначительно сократились после январских санкций США // Информационно-аналитический портал Neftegaz. RU. 5.03.2025. URL: https://neftegaz.ru/news/Trading/882559-postavki-nefti-iz-rossii-v-indiyu-neznachitelno-sokratilis-posle-yanvarskikh-sanktsiy-ssha/

существенные доходы российской стороне. Под действие повышенных тарифов полностью или частично попали такие категории товаров, как одежда, драгоценные камни и ювелирные изделия, обувь, спортивные товары, мебель, химическая продукция и морепродукты. В итоге ограничения затронули около 55 % индийского экспорта в США. Учитывая, что в 2024 году объём индийского экспорта на американский рынок достигал 86,5 млрд долларов, правительство Индии оценило объём поставок, подпадающих под новые тарифы, в 48,2 млрд долл.[1]

В октябре 2025 года США ввели блокирующие санкции против компаний «Роснефть», «Лукойл» и 34 их дочерних структур. Предусматривался запрет на любые операции с этими компаниями для американских корпораций и граждан, заморозка активов «Роснефти» и «Лукойла» на территории США и другие ограничения. Ключевым фактором для Индии стало введение риска вторичных санкций: иностранные банки и компании, включая индийские, могли быть отключены от долларовой системы за сотрудничество с «Роснефтью» и «Лукойлом»[2]. Был установлен переходный период до 21 ноября 2025 года, который впоследствии продлевался[3]. В результате прежняя модель торговли, действовавшая с 2022 года, была фактически разрушена, а поставки стали осуществляться через альтернативные схемы с использованием новых логистических маршрутов и финансовых инструментов.

Эти санкции привели к сокращению закупок российской нефти со стороны индийских импортеров до 1,2 млн б/с в декабре 2025 года и 1,1 млн б/с в январе 2026 г.[4] Однако полностью экспорт российской нефти в Индию в тот период не прекратился. В очередной раз рынок продемонстрировал высокую способность к адаптации.

Параллельно с США Великобритания ввела аналогичные санкции против «Лукойла» и «Роснефти», а **Евросоюз** в своем 19-м пакете санкций ввел

---

[1] Лакстыгал. И. Как ударят по Индии вступившие в силу пошлины США // Сетевое издание Ведомости (Vedomosti). 28.08.2025. URL: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2025/08/28/1134680-kak-udaryat-po-indii-poshlini-ssha

[2] Gardner T., Psaledakis D. US hits top Russian oil companies Rosneft and Lukoil with sanctions // Reuters 23.11.2025. URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-announces-sanctions-russian-oil-companies-rosneft-lukoil-2025–10–22

[3] Lawder D. US Treasury says sanctions on Rosneft, Lukoil cut Russia oil revenue // Reuters 18.11.2025. URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-treasury-says-russian-oil-revenues-cut-by-sanctions-rosneft-lukoil-2025–11–17

[4] Mohanty P. Three reasons why India's Russian crude import is set to rise in 2026 // The Federal 27.12.2025. URL: https://thefederal.com/category/business/russian-crude-import-declined-in-december-2025-expected-to-rise-jan-2026–222631

полный запрет на сделки с «Роснефтью» и «Газпромнефтью» и расширил список танкеров «теневого флота»[1].

В начале 2026 года продолжились попытки США повлиять на Индию. В начале февраля администрация США и правительство Индии согласовали рамочное торговое соглашение, согласно которому американские тарифы на индийский экспорт будут снижены с 50% до 25%. Ключевым условием со стороны Вашингтона было сокращение закупок и постепенное прекращение импорта российской нефти, а также переориентация Индии на альтернативные источники, включая энергоносители из США и Венесуэлы[2]. Президент США Дональд Трамп заявил, что премьер-министр Индии Нарендра Моди согласился прекратить закупки российской нефти, однако подтверждения этой информации со стороны руководства Индии не последовало. Как и в предыдущих ситуациях давление на Индию со стороны США не привело к полному прекращению закупок российской нефти. Их объем в феврале 2026 года составил 1,1 млн б/с[3].

В тот период аналитики прогнозировали дальнейшее снижение объемов поставок нефти в марте, но ситуация неожиданно изменилась. В конце февраля 2025 – марте 2026 гг. эскалация конфликта на Ближнем Востоке привела к критическому ухудшению навигационной и операционной обстановки в акватории Персидского залива. Основной зоной напряженности стал Ормузский пролив – стратегически значимый транспортный коридор, через который осуществляется транзит более 20% общемировых поставок сырой нефти и сжиженного природного газа (СПГ)[4]. Нарушение регулярного судоходства в данной точке, а также систематические срывы графиков отгрузки из ключевых портов создали непосредственную угрозу возникновения глобального дефицита энергоресурсов. Рынок столкнулся с крупнейшим шоком за последние годы. Вследствие интенсификации боевых действий и целенаправленных атак на энергетическую инфраструктуру, приведших

[1] EU adopts 19th package of sanctions against Russia // European Commission 23.10.2025 URL: https://finance.ec.europa.eu/news/eu-adopts-19th-package-sanctions-against-russia-2025–10–23_en

[2] United States removes additional tariffs on imports from India, reaches framework for interim trade agreement // KPMG 9.02.2026. URL: https://kpmg.com/us/en/taxnewsflash/news/2026/02/united-states-removes-tariffs-imports-india.html

[3] Kumar R. Russia remains India's top crude supplier in February 2026; Saudi Arabia and Iraq gain momentum // The New Indian Express 5.03.2026. URL: https://www.newindianexpress.com/business/2026/Mar/05/russia-remains-indias-top-crude-supplier-in-february-2026-saudi-arabia-and-iraq-gain-momentum

[4] World Oil Transit Chokepoints // U. S. Energy Information Administration 3.03.2026. URL: https://www.eia.gov/international/analysis/special-topics/World_Oil_Transit_Chokepoints

к физическим разрушениям объектов в ряде стран региона, из оборота была временно выведена существенная доля региональной добычи нефти. Перебои в логистических цепочках затронули до пятой части всех глобальных нефтяных поставок. Дополнительным дестабилизирующим фактором стало накопление избыточных объемов нефти «в море» (в танкерах, ожидающих возможности безопасного прохода).

Ценовая реакция оказалась мгновенной. Уже в первые недели конфликта котировки нефти выросли на 20–30 %, а затем они еще более ускорили рост. Среднемесячный показатель роста цен превысил отметку в 40 %. Цена эталонной нефти марки Brent превысила 100 долл. за баррель, достигнув максимальных значений с 2022 года. В пиковые моменты цены поднимались до 115–120 долларов за баррель, а участники рынка начали всерьёз обсуждать сценарии роста до 150–200 **долл. за баррель** при затяжном конфликте[1].

Усилился разрыв между доступностью сырья и потребностями нефтеперерабатывающих предприятий во многих странах, особенно в Азии.

Критическая ситуация на мировом рынке вынудила Соединенные Штаты временно смягчить режим санкционного давления. В марте 2026 года официальный Вашингтон предоставил 30-дневное разрешение на приобретение российской нефти, которая на момент принятия решения уже находилась в танкерах в море, в том числе, и для индийских контрагентов. Основной целью данного шага была стабилизация ценовой конъюнктуры и предотвращение коллапса поставок. Под временное снятие ограничений подпало около 100 млн баррелей российской нефти, находящейся в море[2].

Таким образом, сложилась парадоксальная ситуация: страна (США), выступавшая за сокращение закупок российской нефти, была вынуждена временно разрешить их рост, чтобы избежать масштабного энергетического кризиса и дальнейшего скачка цен на мировом рынке. На практике именно российская нефть стала одним из ключевых инструментов стабилизации мирового рынка.

В сложившейся ситуации Индия начала активно наращивать закупки российской нефти на фоне перебоев поставок с Ближнего Востока.

Важно подчеркнуть, что несмотря на сильное санкционное давление Индия никогда полностью не прекращала закупки российской нефти, хотя объемы поставок уменьшились в конце 2025 – начале 2026 гг. Это подтверждает

[1] Seigle C. The Iran Conflict Is Sending Oil Prices Soaring – What Happens Next? // Center for Strategic & International Studies 9.03.2026. URL: https://www.csis.org/analysis/iran-conflict-sending-oil-prices-soaring-what-happens-next

[2] Дмитриев сообщил о снятии ограничений США со 100 млн баррелей российской нефти // Интерфакс 13.03.2026. URL: https://www.interfax.ru/business/1077601

предположение о невозможности полного вытеснения России с индийского рынка в обозримой перспективе при любых политических обстоятельствах.

Потребности Индии в импорте нефти, в том числе российской, будут только увеличиваться. Быстрорастущая экономика Индии, увеличение численности населения и, соответственно, стремительный рост энергопотребления делают импорт нефти критически важным для страны. В обзоре Международного энергетического агентства (МЭА) говорится, что потребление нефти в Индии до 2030 года будет расти быстрее, чем в любой другой стране мира и на нее придется треть мирового прироста спроса на этот энергоресурс. Суммарный спрос на нефть в Индии может вырасти до 6,6 млн б/с к 2030 году[1]. В то же время, прирост спроса в развитых странах и в Китае, напротив, будет замедляться. Уже сейчас Индия является вторым по величине импортером нефти в Азии.

Значительному росту спроса на сырую нефть способствует увеличение мощностей нефтеперерабатывающих заводов Индии и рост экспорта индийских нефтепродуктов. Согласно прогнозам МЭА, спрос на сырую нефть со стороны нефтеперерабатывающего сектора Индии вырастет к 2030 году до 6,2 млн б/с[2]. Местная добыча нефти, как ожидается, будет снижаться, что также вызовет необходимость в увеличении импорта.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о сохранении высокой значимости российской нефти для индийского рынка и мировой энергетической системы в целом. События 2026 года показали, что в условиях нарушения традиционных маршрутов поставок и роста геополитической напряжённости российский экспорт способен выступать одним из факторов стабилизации международного нефтяного рынка. Это отчётливо проявилось в период кризиса вокруг Ормузского пролива, когда ограничение ближневосточных поставок привело к резкому увеличению спроса на альтернативные источники сырья.

Несмотря на усиление санкционного давления и сокращение поставок в конце 2025 – начале 2026 гг., экспорт российской нефти в Индию сохранил устойчивость. Уже весной 2026 года объёмы поставок начали быстро восстанавливаться, а в июне–июле достигли рекордных значений. Снижение в августе свидетельствует прежде всего о высокой волатильности рынка и зависимости текущих объёмов торговли от логистических, ценовых

[1] Едовина Т. Индия добавит нефти спроса // Коммерсантъ 13.02.2024 URL: https://www.kommersant.ru/doc/6508826

[2] Едовина Т. Индия добавит нефти спроса // Коммерсантъ 13.02.2024 URL: https://www.kommersant.ru/doc/6508826

и внешнеполитических факторов, но не об утрате российской нефтью своих позиций на индийском направлении.

Дальнейшая динамика российско-индийской торговли нефтью будет определяться соотношением нескольких факторов: уровнем мировых цен, величиной дисконта на российские сорта, санкционными ограничениями, доступностью транспортной инфраструктуры, конкуренцией со стороны других поставщиков и ростом внутреннего спроса в Индии. При этом высокая зависимость индийской экономики от импортной нефти, расширение нефтеперерабатывающих мощностей и необходимость диверсификации источников снабжения формируют устойчивую экономическую основу для продолжения закупок российского сырья.

В этих условиях полное прекращение поставок российской нефти в Индию в обозримой перспективе представляется маловероятным. Скорее всего, сохранятся значительные, хотя и подверженные существенным колебаниям объёмы поставок и Индия, по всей видимости, продолжит оставаться одним из крупнейших покупателей российской нефти.

Литература/ References

1. Bharadwaj A. India's Russian oil import hits record high of 2.78 mbd in July, tops 50% of total imports: Kpler // Moneycontrol. 30.07.2026. URL: https://www.moneycontrol.com/news/business/economy/russia-s-share-of-india-s-oil-imports-tops-50-at-2–78-mbd-in-july-kpler-13988621.html

2. Bubna U. India's Russian crude imports fall sharply in August as China competes for discounted oil barrels // ThePrint. 31.08.2026. URL: https://theprint.in/economy/indias-russian-crude-imports-fall-sharply-in-august-as-china-competes-for-discounted-oil-barrels/3029548/

3. Chhabra A. It's back to Russian oil for India: Moscow to retake Delhi top spot while Trump fights Iran // Hindustan Times 20.03.2026. URL: https://www.hindustantimes.com/world-news/its-back-to-russia-for-india-moscow-to-retake-key-top-spot-in-delhi-while-trump-fights-iran-101774018253653.html

4. Choudhary S. India's Russian oil imports cool 20% in April after March spike // The Economic Times. 27.04.2026. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/indias-russian-oil-imports-cool-20-in-april-after-march-spike/articleshow/130562501.cms

5. EU adopts 19th package of sanctions against Russia // European Commission 23.10.2025 URL: https://finance.ec.europa.eu/news/eu-adopts-19th-package-sanctions-against-russia-2025–10–23_en

6. Gardner T., Psaledakis D. US hits top Russian oil companies Rosneft and Lukoil with sanctions // Reuters 23.11.2025. URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-announces-sanctions-russian-oil-companies-rosneft-lukoil-2025–10–22

7. https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2025/08/28/1134680-kak-udaryat-po-indii-poshlini-ssha

8. India ramps up Russian oil imports as sanctions threat begins to fade // The Economic Times. 13.04.2026. URL: https://economictimes.indiatimes.com/wealth/invest/india-ramps-up-russian-oil-imports-as-sanctions-threat-begins-to-fade/articleshow/130173899.cms

9. India's May oil supply from UAE tops pre-war levels as imports rise, data shows // Reuters. 18.06.2026. URL: https://www.brecorder.com/news/40426186

10. India's imports of Russian oil hit 10-month high in May, shows data // Business Standard 03.06.2025. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-imports-of-russian-oil-hit-10-month-high-in-may-shows-data-125060300638_1.html

11. India's January Russian crude oil purchases surge despite sanctions // Business Standard 01.02.2026. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-jan-russian-crude-imports-surge-despite-sanctions-but-risks-loom-125013101016_1.html

12. Jha L. K. India's imports of Russian oil products remain modest compared to Turkey, China, and Brazil // The Tribune 07.08.2025. URL: https://www.tribuneindia.com/news/world/indias-imports-of-russian-oil-products-remain-modest-compared-to-turkey-china-and-brazil/

13. Kumar R. Russia remains India's top crude supplier in February 2026; Saudi Arabia and Iraq gain momentum // The New Indian Express 5.03.2026. URL: https://www.newindianexpress.com/business/2026/Mar/05/russia-remains-indias-top-crude-supplier-in-february-2026-saudi-arabia-and-iraq-gain-momentum

14. Lawder D. US Treasury says sanctions on Rosneft, Lukoil cut Russia oil revenue // Reuters 18.11.2025. URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-treasury-says-russian-oil-revenues-cut-by-sanctions-rosneft-lukoil-2025–11–17

15. Lin M. Russian crude exports stay high in April; gasoil shipments dip on refinery maintenance // S&P Global 06.05.2025. URL: https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/crude-oil/050625-russian-crude-exports-stay-high-in-april-gasoil-shipments-dip-on-refinery-maintenance

16. Mathur A. Russia retains top spot as India's crude source despite US pressure // Times of India 09.03.2026. URL: https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/russia-retains-top-spot-as-indias-crude-source-despite-us-pressure/articleshow/129287618.cms

17. Mathur S. Russian crude oil imports reach record high in June as discounts widen // Business Standard. 01.07.2026. URL: https://www.business-standard.com/economy/news/india-s-russian-crude-imports-hit-record-high-in-june-as-discounts-widen-126070101438_1.

18. Mohanty P. Three reasons why India's Russian crude import is set to rise in 2026 // The Federal 27.12.2025. URL: https://thefederal.com/category/business/russian-crude-import-declined-in-december-2025-expected-to-rise-jan-2026–222631

19. Russia exported 238 mn tons of oil in 2025 to China and India, Deputy PM Alexander Novak says // ET Energyworld.com. 28.02.2026. URL: https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/oil-and-gas/russia-exported-238-mn-t-of-oil-in-2025-to-china-and-india-deputy-pm-alexander-novak-says/128872446

20. Russia oil squeeze: Trump's 100% tariff threat – should India panic // Times of India 18.07.2025. URL: https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/russia-crude-oil-supply-squeeze-donald-trump-nato-100-tariff-threat-should-india-panic/articleshow/122646550.cms

21. Russian crude's share rises 5% in a shrunk August basket // The Economic Times 03.09.2025. URL: https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/foreign-trade/russian-crudes-share-rises-5-in-a-shrunk-august-basket/articleshow/123683304.cms

22. Russian Oil Deliveries to China Drop 7.6% in 2025 Despite July Rebound – Here's Why // BTCC Academy 21.08.2025. URL: https://www.btcc.com/en-IN/square/QuantumNode99/844032

23. Russian oil supplies to India recover in March, sources say // The Economic Times 12.03.2025. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/russian-oil-supplies-to-india-recover-in-march-sources-say/articleshow/118935519.cms

24. Seigle C. The Iran Conflict Is Sending Oil Prices Soaring – What Happens Next? // Center for Strategic & International Studies 9.03.2026. URL: https://www.csis.org/analysis/iran-conflict-sending-oil-prices-soaring-what-happens-next

25. Sharma R., Cheong S. India buys 30 million barrels of Russian oil after US waiver // Economic Times 11.03.2026. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/india-buys-30-million-barrels-of-russian-oil-after-us-waiver/articleshow/129444471.cms

26. United States removes additional tariffs on imports from India, reaches framework for interim trade agreement // KPMG 9.02.2026. URL: https://kpmg.com/us/en/taxnewsflash/news/2026/02/united-states-removes-tariffs-imports-india.html

27. Verma N. Russian share of India's January oil imports lowest since late 2022, data shows // Reuters 18.02.2026. URL: https://www.reuters.com/business/energy/russian-share-indias-january-oil-imports-lowest-since-late-2022-data-shows-2026–02–18/

28. Why did 7 Russian oil tankers switch their destinations from China to India mid-voyage // The Week 18.03.2026 URL: https://www.theweek.in/news/middle-east/2026/03/18/why-did-7-russian-oil-tankers-switch-their-destinations-from-china-to-india-mid-voyage.html

29. World Oil Transit Chokepoints // U. S. Energy Information Administration 3.03.2026. URL: https://www.eia.gov/international/analysis/special-topics/World_Oil_Transit_Chokepoints

30. Андреева А. Россия увеличила поставки нефти в Индию в 22 раза. Ее покупают со скидкой // Газета.Ru (Gazeta.Ru). 28.03.2023. URL: https://www.gazeta.ru/business/2023/03/28/16467445.shtml?updated

31. Белкова Е. Экспорт российской нефти в Индию снизился до минимального уровня с ноября 2022 года // forbes.ru 20.01.2026 URL: https://www.forbes.ru/biznes/553904-eksport-rossijskoj-nefti-v-indiu-snizilsa-do-minimal-nogo-urovna-s-noabra-2022-goda

32. Будрис А. Прощальный привет Байдена: что потеряет российский ТЭК из-за новых санкций США // forbes.ru 14.01.2025 URL: https://www.forbes.ru/biznes/528718-prosal-nyj-privet-bajdena-cto-poteraet-rossijskij-tek-iz-za-novyh-sankcij-ssa

33. Будрис А. Россия перенаправила нефть в Китай и Индию: достаточно ли этих двух рынков // forbes.ru. 03.04.2023. URL: https://www.forbes.ru/biznes/486911-rossia-perenapravila-neft-v-kitaj-i-indiu-dostatocno-li-etih-dvuh-rynkov

34. Дмитриев сообщил о снятии ограничений США со 100 млн баррелей российской нефти // Интерфакс 13.03.2026. URL: https://www.interfax.ru/business/1077601

35. Дмитриева Т. Нефть: снижение добычи и рост экспорта // Морские вести России. 06.05.2025. URL: https://morvesti.ru/themes/1694/115503/

36. Едовина Т. Индия добавит нефти спроса // Коммерсантъ 13.02.2024 URL: https://www.kommersant.ru/doc/6508826

37. Игнатьева А. Поставки нефти из России в Индию незначительно сократились после январских санкций США // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. 5.03.2025. URL: https://neftegaz.ru/news/Trading/882559-postavki-nefti-iz-rossii-v-indiyu-neznachitelno-sokratilis-posle-yanvarskikh-sanktsiy-ssha/

38. Индия в октябре снизила импорт нефти из РФ до 32,2% // Интерфакс 17.12.2025 URL: https://www.interfax.ru/world/1063752

39. Китай в 2024 году обновил рекорд импорта нефти из РФ. // Интерфакс. 20.01.2025. URL: https://www.interfax.ru/business/1003780

40. Лакстыгал. И. Как ударят по Индии вступившие в силу пошлины США // Сетевое издание Ведомости (Vedomosti). 28.08.2025. URL:

41. Паршинова П. В апреле 2024 г. Индия увеличила импорт российской нефти на 20% // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. 3.05.2024. URL: https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/832149-v-aprele-2024-g-indiya-uvelichila-import-rossiyskoy-nefti-na-20-/

42. Россия нарастила экспорт нефти в Индию до 950 тыс. б/с. // Бизнес-портал NEDRADV. 12.07.2022. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=6c744a2b6ca17d48b98905a27a45073e

43. Россия стала крупнейшим экспортером нефти в Китай. // Эксперт – Сибирь и Дальний Восток. 24.01.2024. URL: https://expertsibdv.com/ekonomika/rossiya-stala-krupneyshim-eksporterom-nefti-v-kitay/

44. Сокращение поставок нефти в Индию серьезно ударит по доходам бюджета // Финам 09.02.2026. URL: https://www.finam.ru/publications/item/sokrashchenie-postavok-nefti-v-indiyu-serezno-udarit-po-dokhodam-byudzheta-20260209–0920/

45. Тихонов С. Россия бьет рекорды по поставкам нефти в Индию. В чем причина и почему объемы могут снизиться // Российская газета 20.08.2026. URL: https://rg.ru/2026/08/20/polovina-dela.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

DOI 10.34660/INF.2026.36.17.102

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КАК ФАСИЛИТАТОР: НОВАЯ РОЛЬ ПЕДАГОГА В СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЕ

Ормушев Асан Сулайманович
доктор исторических наук, профессор
Международный Кувейтский университет, Кыргызская Республика
Кокомбаев Кубатбек Султаналиевич
кандидат социологических наук
Евразийский университет, Кыргызская Республика
Мусакулов Таирбек Маматович
доцент
КНУ им. Баласагына, Кыргызская Республика
Мамытова Лунара Улукбековна
аспирант
Международный Кувейтский университет, Кыргызская Республика

Аннотация: *Статья посвящена изменению роли преподавателя в современной образовательной парадигме, в частности, переходу от традиционного преподавателя, который выступает в качестве лектора, к более гибкой роли фасилитатора. Рассматриваются ключевые аспекты этого перехода, такие как поддержка самостоятельного обучения, создание безопасной и поддерживающей среды, использование цифровых технологий и активизация мотивации студентов. Основное внимание уделено изменениям в учебном процессе, связанным с внедрением конструктивистских и деятельностных методов обучения, а также необходимости развития компетенций преподавателей в новой роли. В статье обосновывается важность трансформации педагогических подходов для успешной адаптации студентов к вызовам современного общества, где способность к самостоятельному обучению, критическому мышлению и инновациям становится решающим фактором успеха.*

Ключевые слова: *Роль преподавателя, фасилитатор, педагогическая парадигма, самостоятельное обучение, поддержка мотивации, цифровизация образования, образовательные технологии, безопасная образовательная среда, компетенции преподавателя, конструктивизм, деятельностный подход, метапознание.*

Abstract: *The article is devoted to the changing role of the teacher in the modern educational paradigm, in particular, the transition from a traditional teacher who acts as a lecturer to a more flexible role of a facilitator. Key aspects of this transition are considered, such as supporting independent learning, creating a safe and supportive environment, using digital technologies, and enhancing student motivation. The main attention is paid to changes in the educational process related to the introduction of constructivist and activitybased teaching methods, as well as the need to develop teachers' competencies in a new role. The article substantiates the importance of transforming pedagogical approaches for the successful adaptation of students to the challenges of modern society, where the ability to learn independently, critical thinking and innovation is becoming a decisive success factor.*

Keywords: *Teacher's role, facilitator, pedagogical paradigm, independent learning, motivation support, digitalization of education, educational technologies, safe educational environment, teacher competencies, constructivism, activity approach, metaknowledge.*

В настоящее время роль преподавателя в современной образовательной парадигме претерпевает значительные изменения, особенно в контексте перехода от традиционной модели лектора к более гибкой и динамичной роли фасилитатора. Это изменение связано с развитием новых образовательных технологий, педагогических подходов и философии обучения, ориентированной на студента.

Данная проблема в контексте современного образовательного процесса была достаточно активно исследована учеными в области педагогики, психологии и образовательных технологий показывают, что традиционные модели обучения, ориентированные на преподавателя как на лектора, постепенно уступают место более гибким и динамичным подходам, где преподаватель в высшем учебном заведении исполняет роль фасилитатора, поддерживающего активность и самостоятельность студентов.

Преподаватель как фасилитатор (англ. facilitator, от лат. facilis «лёгкий, удобный») – это человек, обеспечивающий успешную групповую коммуникацию[1] Речь о новой роли педагога в современной образовательной парадигме и том, как меняется роль преподавателя с традиционного лектора в более гибкого фасилитатора, который направляет и поддерживает студентов в процессе самостоятельного освоения знаний.

Работы таких ученых, как Л. С. Выготский, подчеркивают важность социального взаимодействия в обучении и роли преподавателя как посредника, который создает условия для активного освоения знаний. В своей теории культурно-исторического развития Л. С. Выготский утверждает, что

«обучение должно быть ориентировано на развитие, а не на репродукцию знаний», что, в свою очередь, требует от преподавателя способности направлять студентов в процессе их когнитивного и социального развития. Это открывает путь к новой роли педагога как фасилитатора, который не просто передает знания, а создает условия для их самостоятельного усвоения[2].

Также существенный вклад в развитие данной темы внесли исследования, связанные с теорией самоопределения, представленные в работах Эдвард Л. Деси и Ричард М. Райан. В их исследованиях утверждается, что мотивация студентов, особенно внутренняя, напрямую связана с созданием условий, способствующих развитию автономии и компетентности. В этой связи роль преподавателя как фасилитатора заключается в поддержке и стимулировании этих процессов. Эдвард Л. Деси и Ричард М. Райан отмечают: «Преподаватель, как фасилитатор, способствует созданию среды, в которой студенты могут развивать внутреннюю мотивацию и автономию, что, в свою очередь, влияет на эффективность их обучения» [3].

Кроме того, работы таких ученых, как Бенжамин Блум, вносят значительный вклад в понимание направленности учебного процесса. В частности, в своей известной таксономии Бенжамин Блум классифицирует уровни когнитивных навыков, от запоминания до критического анализа и синтеза. Аффективная область (Affective Domain) -это одна из трёх основных областей образовательной деятельности, выделенных Бенджамином Блумом в его таксономии образовательных целей. Аффективная область охватывает развитие эмоциональных и социальных аспектов личности студентов, и она фокусируется на их эмоциональных реакциях, ценностных ориентациях и мотивации[3]. Эти исследования подчеркивают важность активного вовлечения студентов в процесс обучения, где преподаватель играет роль не столько источника знаний, сколько организатора образовательного процесса, который стимулирует студентов к активному применению знаний и развитию метапознания.

Современные ученые, такие как Г. В. Сорокоумова и О. В. Шурыгина дали определение, что метод фасилитации – это практика улучшения группового взаимодействия, которая способствует повышению продуктивности любой деятельности, в том числе педагогической. Фасилитация как технология (от англ. to facilitate ‘облегчать’, ‘содействовать’, ‘создавать благоприятные условия’) пользуется в настоящее время значительной популярностью во всех сферах деятельности человека: бизнесе, консалтинге и социально-общественной работе, так как содействует тому, что люди обмениваются идеями, мнениями, критически стоящие перед ними задачи и совместно приходят к поиску решения[5].

Таким образом, исследования показывают, что роль преподавателя как фасилитатора в современном образовательном контексте активно развивается

и становится более многогранной. Ученые подчеркивают важность перехода от авторитарного подхода к обучению к более демократичным и гибким моделям, где Преподаватель создает условия для активного участия студентов в учебном процессе. Весь комплекс работ ученых, от теорий Л. С. Выготского до исследований в области современных технологий и мотивации, подтверждает актуальность и необходимость изменений в роли педагога, что требует дальнейших исследований и разработки новых педагогических практик.

Проблема трансформации роли преподавателя в контексте современной образовательной парадигмы получила широкое освещение в педагогической науке, и степень ее изученности свидетельствует о важности данного вопроса для формирования образовательных подходов XXI века. Таким образом, исследования подтверждают важность создания психологически безопасной среды для успешного функционирования учебного процесса.

Тема трансформации роли преподавателя и значимость фасилитаторской функции в современных образовательных подходах подтверждаются множеством теоретических и эмпирических исследований. Работы, посвященные этой теме, раскрывают важность перехода от традиционной педагогической модели к модели, ориентированной на активную роль студента в образовательном процессе, где преподаватель играет роль наставника и поддерживающего партнера. В дальнейшем следует продолжить исследования, направленные на разработку практических рекомендаций по внедрению фасилитаторской роли преподавателя в различные образовательные контексты и адаптации образовательных технологий для поддержки этого подхода.

Традиционная роль преподавателя чаще всего была связана с ролью лектора – источника знаний, который предоставляет информацию студентам. Преподаватель в этом случае – основной активатор учебного процесса, а студенты воспринимают информацию пассивно. Этот подход часто ограничивает творческую инициативу и самостоятельность студентов.

Современная образовательная парадигма всё больше акцентирует внимание на развитии студентов как активных участников учебного процесса. В этой модели преподаватель переходит от роли «передатчика знаний» к роли фасилитатора – помощника и наставника, который создает условия для самостоятельного освоения знаний. Преподаватель помогает студентам организовать и структурировать процесс обучения, направляет их, но не диктует каждый шаг.

Роль фасилитатора включает вместо того чтобы просто передавать информацию, фасилитатор помогает студентам учиться самостоятельно. Это включает в себя обучение стратегиями поиска и обработки информации, развитие навыков критического мышления, а также поощрение инициативы студентов. Преподаватель в роли фасилитатора помогает организовать

структуру учебного процесса, задаёт вопросы, которые стимулируют размышления и дискуссии, а также помогает студентам разрабатывать и следовать своим собственным учебным планам. Один из аспектов роли фасилитатора заключается в создании среды, где студенты могут свободно выражать свои мысли, ошибаться и учиться на этих ошибках. Это важный элемент, который способствует развитию уверенности и самостоятельности у студентов. В отличие от традиционного подхода, где обратная связь часто носит форму оценок или критики, фасилитатор работает со студентами через конструктивную обратную связь, которая помогает им улучшать свои навыки и углублять понимание материала.

Использование технологий и различных методов обучения также активно поддерживает роль преподавателя как фасилитатора. Это подход, при котором студенты работают над реальными или приближенными к реальным задачами, исследуют проблему, проводят эксперименты, анализируют информацию. Преподаватель в этом контексте помогает направлять процесс, но не даёт готовых решений. Вместо того чтобы студенты учились индивидуально, они работают в группах, обмениваются мнениями, делятся опытом и решают задачи совместно. В этой модели роль преподавателя заключается в том, чтобы помогать координировать группу и создавать условия для эффективного общения и совместного обучения. Онлайн курсы, форумы для обсуждения, видеоконференции и другие новые цифровые инструменты позволяют преподавателям эффективно поддерживать роль фасилитатора, предоставляя студентам ресурсы для самостоятельной работы, общения с преподавателем и друг с другом.

Роль фасилитатора также включает в себя изменение отношения к студентам. В традиционной модели преподаватель часто воспринимался как авторитет, который знает «истину» и должен обучить её студентов. В новой парадигме студенты рассматриваются как активные участники образовательного процесса, обладающие собственными уникальными потребностями и интересами. Преподаватель же выступает в роли наставника, который помогает студентам найти свой собственный путь к знаниям.

Преимущества подхода фасилитатора заключаются в том, что он способствует развитию самостоятельности, ответственности и критического мышления у студентов. Это создает более гибкую и адаптивную образовательную среду, где студенты становятся активными участниками, а не пассивными потребителями информации.

Однако, эта модель требует от преподавателя новых навыков, таких как умение организовывать групповую работу, эффективно использовать новые цифровые технологии, поддерживать мотивацию студентов и предоставлять им необходимую обратную связь. Это может быть вызовом, особенно для тех преподавателей, кто привык работать в традиционной системе.

Изменение современной роли преподавателя как фасилитатора – это важный шаг к более гибкой, ориентированной на студента системе образования. В этой роли преподаватель помогает студентам также развивать навыки самообразования, критического мышления и сотрудничества, создавая условия для более глубокого и осознанного усвоения знаний.

Поддержка самообразования представляет собой ключевую составляющую современной образовательной парадигмы, ориентированной на развитие студентов как активных и независимых субъектов познавательной деятельности. Этот процесс включает в себя формирование у студентов метапознания – осознания и контроля собственных когнитивных процессов, что позволяет им эффективно организовывать свою учебную деятельность. Важно отметить, что поддержка самообразования акцентирует внимание на развитии у обучаемых навыков саморегуляции, то есть способности управлять временем, мотивацией, ресурсами и учебной нагрузкой. В этом контексте педагог выступает не как источник знания, а как наставник, который помогает студентам развивать навыки критического мышления, решения проблем и автономного поиска информации. Через использование разнообразных методов и технологий, таких как проектное обучение, электронные ресурсы и онлайн платформы, преподаватель создаёт условия для самостоятельного усвоения материала, стимулирует исследовательскую деятельность и направляет студентов на поиск и обработку информации. Поддержка самообразования способствует формированию устойчивой внутренней мотивации, а также развитию ключевых компетенций, таких как информационная грамотность и способности к адаптации в условиях быстро меняющегося мира. В связи с этим, требование современного учебного процесса представляет собой активное и целенаправленное воздействие педагога на организацию и структуру образовательной деятельности, направленное на оптимизацию когнитивной активности студентов и достижение поставленных образовательных целей. В рамках этого процесса преподаватель должен исполнять роль модератора, который формирует условия для продуктивного усвоения знаний, стимулирует развитие познавательных способностей и способствует формированию критического мышления. Направление учебного процесса включает в себя использование различных дидактических и методических подходов, таких как дифференциация и индивидуализация обучения, что позволяет учитывать различные типы обучаемости и уровень готовности студентов. Это также предполагает внедрение активных методов обучения, таких как проблемное, проектное и исследовательское обучение, которые акцентируют внимание на развитии самостоятельности студентов и их способности к решению комплексных задач. Важной составляющей направления учебного процесса также является системная обратная связь, которая

помогает Преподавателю мониторить прогресс студентов, корректировать образовательную траекторию и поддерживать мотивацию. В конечном итоге направление учебного процесса ориентировано на создание учебной среды, которая способствует формированию у студентов навыков самоорганизации, критического анализа и творческого подхода к решению проблем, что является неотъемлемой частью современного образовательного контекста.

Мотивация и создание безопасной среды являются ключевыми компонентами эффективного образовательного процесса, существенно влияющими на когнитивное развитие студентов и их личностное становление. Мотивация в современном образовательном контексте охватывает как внутренние, так и внешние стимулы, которые побуждают студентов к активному и осознанному обучению, преодолению трудностей и достижению поставленных целей. Важно различать два типа мотивации: внутренняя мотивация, связанная с интересом, удовлетворением от самого процесса обучения, и внешняя мотивация, стимулируемая внешними наградами и оценками. Создание безопасной среды, в свою очередь, является основой для успешной реализации мотивационных стратегий, поскольку оно обеспечивает студентам психологический комфорт и уверенность в своих силах. В современных условиях безопасной образовательной среды студент чувствует поддержку и принятие со стороны преподавателя и сверстников, что способствует снижению уровня стресса и тревожности, а также повышению устойчивости к неудачам. Такое окружение, в котором ценится каждый индивидуум, способствует развитию чувства компетентности и автономии у студентов, что является важными аспектами в теории само-детерминированного обучения. Взаимодействие мотивации и безопасной среды формирует условия для развития как когнитивных, так и эмоциональных компонентов личности, позволяя студентам развивать критическое мышление, креативность и способность к саморазвитию.

Обратная связь в образовательном контексте представляет собой важный компонент процесса обучения, направленный на мониторинг и коррекцию познавательной деятельности студентов. Она выполняет функцию регулятора, который способствует оптимизации учебного процесса и позволяет адаптировать методы и подходы преподавания в зависимости от индивидуальных потребностей обучаемых. Обратная связь может быть как формативной, ориентированной на процесс обучения и направленной на улучшение результатов в ходе учебной деятельности, так и суммативной, фиксирующей конечные достижения и подводящей итоги освоения материала. Эффективная обратная связь должна быть конструктивной, своевременной и конкретной, обеспечивая студентов не только информацией о допущенных ошибках, но и рекомендациями по их исправлению и путями дальнейшего совершенствования знаний и навыков. Важным аспектом является соответствие

обратной связи образовательным целям и уровню подготовки обучающегося, что способствует формированию у студентов метапознания – способности осознавать и регулировать свои когнитивные процессы. Обратная связь также оказывает значительное влияние на мотивацию студентов, способствуя развитию их внутренней мотивации и укреплению чувства компетентности. В контексте современного образования обратная связь рассматривается не только как средство оценки, но и как инструмент для повышения самооценки студентов, формирования их рефлексивных способностей и стимулирования дальнейшего обучения.

Обратная связь является неотъемлемым элементом образовательного процесса, играющим ключевую роль в поддержании и оптимизации познавательной активности студентов. Она представляет собой процесс обмена информацией между преподавателем и учащимися, направленный на оценку хода и результатов обучения, а также на корректировку образовательной траектории. Обратная связь может быть как формативной, так и суммативной, и её основная цель заключается в предоставлении студентам конструктивной информации о достижениях и ошибках, а также в предложении рекомендаций для дальнейшего совершенствования. При этом эффективная обратная связь должна быть своевременной, конкретной и дифференцированной в зависимости от уровня подготовки студентов, что позволяет не только корректировать текущие ошибки, но и поддерживать и развивать мотивацию к обучению. Обратная связь оказывает воздействие не только на когнитивное, но и на эмоциональное состояние студентов, способствуя повышению их уверенности в собственных силах и стимулируя развитие самооценки и саморегуляции.

Кроме того, обратная связь тесно связана с процессами самопознания и метапознания, поскольку она способствует развитию у студентов способности осознавать и регулировать собственные когнитивные стратегии и подходы к обучению. Важно отметить, что обратная связь не должна сводиться исключительно к оценке результатов, она должна быть инструментом формирования рефлексивных навыков, позволяющих студентам не только исправлять ошибки, но и глубже осознавать принципы и способы их решения. В условиях современного образовательного контекста, где акцент ставится на развитие самостоятельности и критического мышления, обратная связь становится одним из важнейших инструментов для формирования у студентов необходимых компетенций, таких как способность к самоанализу, адаптации к изменениям и эффективному решению задач.

Таким образом, роль преподавателя как фасилитатора, поддерживающего самообразование, направляющего учебный процесс, стимулирующего мотивацию и создающего безопасную среду, является важным шагом в реализации концепции обучения, ориентированного на студента. Эффективная

обратная связь и использование современных методов и технологий позволяют не только достигать образовательных целей, но и развивать личностные и профессиональные качества студентов, что имеет ключевое значение в условиях современного образовательного контекста. Таким образом, переход к роли фасилитатора способствует созданию более гибкой и адаптивной образовательной среды, способствующей всестороннему развитию студентов и их готовности к решению сложных задач в будущем.

На наш взгляд, важно пересмотреть подходы к обучению, ориентированные на студента, и акцентировать внимание на развивающих и деятельностных методах обучения. Преподаватель должен работать не только как источник знаний, но и как наставник, который помогает студентам развивать самостоятельность, критическое мышление и способность к саморегуляции.

Интегрировать проектные и проблемно-ориентированные методы, которые позволяют студентам активно участвовать в процессе познания. Необходимо проводить регулярные тренинги и курсы повышения квалификации для преподавателей, которые позволят им развивать необходимые навыки фасилитатора. Это включает в себя развитие навыков коучинга (Коучинг (англ. coaching «тренировка») – метод раскрытия потенциала человека), активного слушания, формирования условий для взаимодействия студентов, а также эффективной обратной связи. В условиях цифровизации образования преподаватель как фасилитатор должен использовать новые цифровые технологии для создания интерактивных, персонализированных образовательных траекторий. Это может включать использование онлайн курсов, образовательных платформ, видеоконференций, интерактивных заданий и обсуждений. Эти инструменты помогут поддерживать постоянное взаимодействие со студентами обеспечить им доступ к образовательным ресурсам в любое время.

Важно также формировать атмосферу доверия и уважения в аудитории, где студенты чувствуют себя комфортно, выражают свои мысли и идеи. Преподаватель должен обеспечивать эмоциональную безопасность и поощрять открытое взаимодействие между студентами. Для этого можно использовать различные методики, направленные на развитие эмоционального интеллекта, групповой работы и сотрудничества.

Далее, преподаватель также должен стимулировать студентов к осознанию и анализу собственных учебных процессов, вовлекая их в рефлексивные практики, такие как ведение дневников обучения, самооценка и постановка целей. Это поможет студентам развивать навыки саморегуляции и научиться извлекать уроки из собственных ошибок.

Роль фасилитатора предполагает также учет индивидуальных потребностей и интересов студентов. Преподаватель должен быть готов к дифференцированному подходу, предлагая различные виды заданий, источников

информации и форматов обучения в зависимости от уровня подготовки и стилей обучения студентов.

Кроме всего вышеперечисленного, важно развивать взаимодействие с родителями и сообществом, включать их в образовательный процесс, например, через участие в проектах, наставничество и волонтерские программы. Это расширяет горизонты обучения и способствует социальной интеграции и активному участию в жизни университета.

Эффективная обратная связь не только инструмент для коррекции ошибок, но и средство для мотивации и развития. Преподавателю необходимо предоставлять студентам конструктивную, своевременную и дифференцированную обратную связь, которая будет направлена на укрепление их уверенности и поддержание мотивации к обучению.

Преподаватель должен развивать у студентов не только академические знания, но и творческий подход к решению проблем. Важно стимулировать креативность, новаторство и самостоятельность через организацию нестандартных задач, участие в проектах и конкурсах, использование дисциплинарных подходов.

Существенно регулярно отслеживать и оценивать эффективность новых методов обучения и роли преподавателя как фасилитатора. Это можно делать через анализ успеваемости студентов, опросы удовлетворенности студентов и родителей, а также через мониторинг уровня мотивации и вовлеченности студентов в учебный процесс.

Внедрение этих рекомендаций на наш взгляд, позволит значительно повысить качество образования, сделать его более ориентированным на развитие личности студента и подготовить его к успешной социализации и профессиональной деятельности в быстро меняющемся мире.

Литература:

1. Фасилитатор// https://ru.wikipedia.org/wiki

2.Денисенко С. И. Идеи ДЕИ Л. С. Выготского в свете проблем современного образования//https://cyberleninka.ru/article/n/ideilsvygotskogovsveteproblemsovremennogoobrazovaniya

2. Теория самодетерминации Э. Деси и Р. Райана //https://vk.com/wall81526971_3350

3. Таксономия Блума// https://znanierussia.ru/articles

4. Сорокоумова Г. В., Шурыгина О. В. Фасилитация как инновационный метод развития будущей профессиональной личности педагога // Проблемы современного образования. 2023. № 2. С. 58–65. DOI: 10.31862/22188711 202325865.

DOI 10.34660/INF.2026.36.52.148

СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА: ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Арих Елена Андреевна
магистрант
Мурманский арктический университет

Аннотация. *В статье анализируются труды основоположников литературного краеведения Кольского Севера – В. Н. Шейнкера и Л. Т. Пантелеевой. Характеризуется единственное на сегодняшний день специальное исследование по детской литературе региона,– брошюра Н. Д. Добычиной «Детская литература на Мурмане: поверим арифметикой?!» (2016), а также работы В. Б. Бакулы, в том числе её работы по литературе кольских саамов. Рассматривается издательская и популяризаторская деятельность в области детской литературы в Мурманской области. Материалом исследования являются также научные публикации в сборниках Масловских чтений и «Молодой науки Заполярья». Делается вывод о фрагментарном характере существующих исследований и необходимости комплексного изучения детской литературы Кольского Севера.*

Ключевые слова: *детская литература, Кольский Север, литературное краеведение, Мурманская область, В. Н. Шейнкер, Л. Т. Пантелеева, Н. Д. Добычина, В. Б. Бакула, Масловские чтения.*

Abstract. *The article analyzes the works of the founders of literary local history of the Kola North – V. N. Sheinker and L. T. Panteleeva. The only special study on children's literature in the region to date is characterized – a brochure by N. D. Dobychina "Children's literature in Murman: believe in arithmetic?!" (2016), as well as the work of V. B. Bakula, including her work on the literature of the Kola Sami. Publishing and popularization activities in the field of children's literature in the Murmansk region are considered. The research material is also scientific publications in the collections of Maslovsky readings and "Young Science of the Arctic." A conclusion is drawn about the fragmentary nature of existing research and the need for a comprehensive study of children's literature of the Kola North.*

Key words: *children's literature, Kola North, literary local history, Murmansk region, V. N. Sheinker, L. T. Panteleeva, N. D. Dobychina, V. B. Bakula, Maslov Readings.*

Детская литература Мурманской области до настоящего времени остаётся недостаточно изученным явлением. Систематические исследования в этой области начали появляться лишь в последние десятилетия, что связано как с относительно поздним становлением самой региональной литературы (1960-е гг.), так и с отсутствием последовательного научного интереса к данному пласту культуры.

Основоположником литературного краеведения на Кольском Севере по праву считается Вениамин Наумович Шейнкер (1925–2003) – профессор Мурманского государственного педагогического института, доктор филологических наук. Его монография «Кольский край в литературе» (1962) представляет собой первый систематический обзор литературы о Кольском полуострове [1, с. 311]. В этом труде Шейнкер собрал и систематизировал сведения о произведениях разных жанров авторов, связанных с регионом. Как отмечает исследователь М. В. Наумлюк, Шейнкер включил в свою книгу очерки о Мурманске датского романиста М. А. Нексё и сочинения норвежских писателей, что значительно расширило представление мурманчан о диапазоне литературного освоения пространства Кольского полуострова [2, с. 10–12]. В настоящее время книга «Кольский край в литературе» остаётся важнейшим источником по истории региональной литературы и по-прежнему используется учителями и школьниками Мурманской области [2, с. 64]. Однако детская литература как самостоятельный объект анализа в данной работе ещё не выделялась – она рассматривалась в общем контексте литературы о крае.

Следующий этап в осмыслении региональной литературы связан с деятельностью Людмилы Тимофеевны Пантелеевой (1932–2018) – кандидата педагогических наук, специалиста по древнерусской литературе, русской литературе XVIII века, методике преподавания и литературному краеведению, автора более 80 научных работ и краеведческих книг [3, с. 5–6]. Её статьи, монографии и методические пособия заложили основы литературного краеведческого образования в Мурманской области. В работе «Литературное краеведение в теории и практике школ Мурманской области» (2001) Пантелеева рассматривает теоретические и практические аспекты включения регионального литературного материала в школьное преподавание [4, с. 17–25]. Особое значение имеет созданная ею хрестоматия «Литература Кольской земли» (2004) для 9–11 классов в двух частях, которая на долгие годы стала основным учебным пособием по региональной литературе для школьников и учителей [5, с. 5]. В этой хрестоматии были систематизированы и представлены

для учебных целей произведения писателей Кольского Севера, в том числе те, которые могут быть адресованы детской аудитории. Среди известных мурманским учителям пособий Л. Т. Пантелеевой – «Открытым сердцем говоря…», «С любовью к родному краю» (1988), «Храни любовь родного очага» (1994, в соавторстве) [3, с. 5–6]. Однако, как и в труде В. Н. Шейнкера, детская литература в этих работах не выделялась в самостоятельный раздел, а рассматривалась в общем потоке региональной словесности.

Первым и до настоящего времени единственным специальным исследованием, посвящённым непосредственно детской литературе Мурманской области, является брошюра Надежды Дмитриевны Добычиной (Сарсаковой) «Детская литература на Мурмане: поверим арифметикой?!» (2016) [6, с. 3]. Н. Д. Добычина (1950–2021) – журналист, поэт, член Союза журналистов СССР (РФ), член Мурманской областной организации Союза российских писателей [6, с. 3–5]. В этой работе автор предпринимает попытку количественного анализа литературы, написанной мурманскими авторами для детей и о детях. Добычина выделяет хронологические периоды детского книгоиздания в регионе, начиная с 1960 года (год издания повести в стихах К. Г. Константинова «За треской») и до 1991 года, когда детское книгоиздание активно развивалось; отмечает почти полное приостановление в 1990-е годы, связывая это с распадом СССР и последовавшим экономическим кризисом, и возрождение в 2000-е годы, которое выразилось в появлении новых детских книг – как самой Н. Д. Добычиной, так и других авторов [6, с. 42–43]. Исследователь приводит список из 17 авторов, чьи произведения для детей были изданы в период с 1960 по 1991 год, а также упоминает сборники обработанных народных саамских сказок [6, с. 42–43]. Информация в брошюре подаётся следующим образом: для каждого автора даётся краткая биографическая справка и аннотация на одну-две книги, что позволяет составить первичное представление о круге детских авторов региона. Однако, как справедливо отмечает сама автор, эта работа представляет собой, по сути, первую попытку систематизации детской литературы региона, а не ее исчерпывающее исследование [6, с. 43]. Важно подчеркнуть, что данный труд является единственным в своём роде и закладывает основу для дальнейшего изучения региональной детской литературы. В дополнение к этой работе Н. Д. Добычина является автором ряда книг для детей: «Что на промысле у нас…» (2010), «Зачем нам жить» (2012), «Мурманск – город промысловый» (2012), «Богатств подземных каменный ларец» (2014) [6, с. 37]. Эти книги, вышедшие в мурманских издательствах, представляют собой художественные и научно-популярные произведения для детей, посвящённые природе, истории и промыслам Кольского края.

Значительный вклад в изучение литературы Кольского Севера, в том числе её детской ветви, вносят работы Виктории Борисовны Бакулы – доктора филологических наук, профессора Мурманского арктического государственного университета. В учебном пособии «Литературное краеведение земли Кольской» (2021) исследователь рассматривает литературный процесс Мурманской области в целом, отмечая, что появляется детская литература Мурмана в 60–80-е гг. XX века [2, с. 64]. В монографии «Литература кольских саамов» (2022) и ряде статей В. Б. Бакула уделяет особое внимание становлению детской литературы российских саамов [7, с. 25–27]. В статье «Становление детской литературы российских саамов» (2019) она отмечает, что этот процесс проходил в два этапа и был связан с созданием письменности на саамском языке: «В 30-е гг. XX в. детская литература заявила о себе как переводная научно-познавательная. Можно говорить о появлении этической и развлекательной литературы в 70-х гг. XX в.» [8, с. 83]. Как подчёркивает В. Б. Бакула, «детская литература кольских саамов на этапе зарождения не выделялась из взрослой и существовала на саамском и русском языках. В круг детского чтения включались как произведения, написанные для детей, так и произведения, предназначенные для взрослых, но близкие и понятные детям» [8, с. 84]. Таким образом, в трудах В. Б. Бакулы детская литература рассматривается в контексте более широких процессов – мурманского литературного процесса в целом и становления саамской письменной традиции в частности.

Систематическое изучение детской литературы Мурманской области ведётся на кафедре филологии и медиакоммуникаций Мурманского арктического государственного университета под руководством В. Б. Бакулы. Результаты этих исследований регулярно публикуются в сборниках Масловских чтений и «Молодой науки Заполярья». Традиционные Масловские чтения проводятся в Мурманске с 2002 года. Так, в сборнике «XVIII Масловские чтения» (2020) представлена статья Л. Ю. Звонковой «Писатели Кольского полуострова – детям», в которой рассматриваются вопросы детского чтения и краеведческой литературы [9, с. 5–8]. В сборнике «XX Масловские чтения» (2022) опубликован ряд работ, посвящённых анализу конкретных произведений мурманских авторов для детей: например, статьи Е. А. Арих о сказке Т. П. Березюк «Тэранатэ» [10, с. 366]. В тех же сборниках представлены исследования, посвящённые творчеству О. С. Бундура, в том числе анализирующие популярность его произведений за пределами России, в частности в Китае [9, с. 12–15]. В сборниках «Молодая наука Заполярья» публикуются работы студентов и магистрантов, также затрагивающие вопросы детской литературы региона [11, с. 5]. Эти публикации свидетельствуют о формировании устойчивого научного интереса к региональной детской литературе, однако носят, как правило, фрагментарный характер и не дают целостной картины её развития.

Отдельного внимания заслуживает издательская и популяризаторская деятельность в области детской литературы Мурманской области. Мурманская областная детско-юношеская библиотека имени В. П. Махаевой (МОДЮБ) ведёт активную работу по продвижению региональной детской книги. В 1997 году к 90-летию Мурманска библиотекой была издана книга «Здравствуй, Мурманск!», а позднее – «Мурманск – город промысловый», в которую вошли рисунки мурманских школьников [6, с. 32–33]. Мурманский областной центр коренных малочисленных народов Севера ежегодно издаёт книги саамских авторов, в том числе детские, и литературу на саамском языке [9, с. 7]. Среди наиболее активно издаваемых детских авторов региона – Олег Бундур, Ирина Ядринцева, Владимир Семёнов, Николай Колычев, Надежда Добычина [6, с. 32–33]. В электронной коллекции Мурманской областной научной библиотеки представлены детские книги известных мурманских писателей Бориса Блинова, Надежды Добычиной, Николая Колычева, Виталия Маслова, Владимира Семенова (Смирнова), а также произведения молодых мурманских авторов и саамских писателей. В последние годы появляются и частные издательские инициативы, например, издательство «Добрый Великан», выпустившее сказку Т. П. Березюк «Тэранатэ» (2022) [12, с. 70]. Важно отметить и творчество А. В. Алёшина, автора книг для детей, которые также входят в круг региональной детской литературы, однако до настоящего времени не становились предметом специального научного анализа.

Таким образом, степень изученности детской литературы Мурманской области характеризуется следующими особенностями. Во-первых, имеется теоретико-методологическая база, разработанная в трудах по общей теории детской литературы (И. Н. Арзамасцева, И. Г. Минералова, В. К. Сигов). Во-вторых, региональный аспект представлен работами по литературному краеведению – от пионерских трудов В. Н. Шейнкера и систематизирующих работ Л. Т. Пантелеевой до современных исследований В. Б. Бакулы. В-третьих, существуют специальные работы, посвящённые непосредственно детской литературе Мурмана (брошюра Н. Д. Добычиной, статьи в сборниках Масловских чтений и «Молодой науки Заполярья», выпускная квалификационная работа А. В. Жук), однако они носят в значительной степени описательный, фрагментарный характер и не дают целостной картины эволюции региональной детской литературы. Вопросы последующих этапов развития региональной детской литературы, её жанровой динамики, художественной специфики и педагогического потенциала остаются недостаточно изученными. Это определяет необходимость дальнейшего комплексного исследования детской литературы Мурманской области как целостного явления региональной культуры и обоснования путей её интеграции в школьное литературное образование.

Список источников

1. Шейнкер В. Н. Кольский край в литературе: [сборник] / [предисл., вступ. статьи, подбор текстов и примеч. В. Шейнкера]. – Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1962. – 311 с.

2. Бакула В. Б. Литературное краеведение земли Кольской: учебное пособие. – Мурманск: МАГУ, 2021. – 120 с.

3. Пантелеева Л. Т. С любовью к родному краю. – Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1988. – 117, [2] с.

4. Пантелеева Л. Т. Литературное краеведение в теории и практике школ Мурманской области // Наука и образование: Вестник Мурманского отделения Академии педагогических и социальных наук и МГПИ. – Мурманск, 2001. – № 2. – С. 17–25.

5. Литература Кольской земли: хрестоматия для 9–11 классов общеобразовательных учреждений Мурманской области: в 2 ч. / Комитет по образованию Мурм. обл.; [и др.], под ред. – Мурманск: МОИПКРО, 2004. Ч. 1. – 336 с.: ил. Ч. 2. – 344 с.

6. Добычина Н. Д. Детская литература на Мурмане: поверим арифметикой?! – Мурманск: Дроздов-на-Мурмане, 2016. – 50 с.

7. Бакула В. Б. Литература кольских саамов: монография. – Мурманск: МАГУ, 2022. – 230 с.

8. Бакула В. Б. Становление детской литературы российских саамов // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова. – 2019. – № 4 (72). – С. 83–91.

9. XVIII Масловские чтения: сборник научных статей / [науч. ред. О. В. Пожидаева]. – Мурманск: МАГУ, 2020. – 300 с.

10. XX Масловские чтения: филология и филологическое образование в региональном аспекте: сборник научных статей / [науч. ред. А. В. Коренева]. – Мурманск: МАГУ, 2022. – 366 с.

11. Молодая наука Заполярья: материалы научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов Социально-гуманитарного института МАГУ, 20–28 апреля 2021 года. Часть 1 / отв. ред. Е. Н. Квасюк. – Мурманск: МАГУ, 2021. – 207 с.

12. Березюк Т. П. Тэранатэ: сказка / художник Воронова К. – Мурманск: Добрый Великан, 2022. – 70 с.

ЗАМЕТКИ

ЗАМЕТКИ

Научное издание

Высшая школа: научные исследования

Материалы Межвузовского международного конгресса
(г. Москва, 1 октября 2026 г.)

Научный редактор Д.Р. Хисматуллин
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 01.10.2026 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 10,75. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

