

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ»
ФГБОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.М. ДЖАМБУЛАТОВА»
МБОУ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №50»
ИМЕНИ Р. ГАМЗАТОВА**



ТРИ УРОВНЯ — ОДИН ПУТЬ В НАУКУ!

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
I Региональной научной конференции
21 мая 2026 г.**

МАХАЧКАЛА, 2026

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ»
ФГБОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.М. ДЖАМБУЛАТОВА»
МБОУ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №50»
ИМЕНИ Р. ГАМЗАТОВА**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
I Региональной научной конференции
«ТРИ УРОВНЯ — ОДИН ПУТЬ В НАУКУ!»
21 мая 2026 года**

Махачкала
2026

УДК 577.3:61(063)
ББК 28.707я43

Сборник материалов I Региональной научной конференции «Три уровня – один путь в науку!», 21 мая 2026 г. / Под ред. Х. Ш. Яхьяевой. – Махачкала: ПОАНО «НИК», 2026. – 123 с.

Рецензенты:

Баламирзоев Абдул Гаджибалаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала

Гаджиев Синдибад Магомедович – доктор химических наук, профессор по кафедре общей физики, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин ГАОУ ВО "Дагестанский государственный университет народного хозяйства", г. Махачкала

Ответственный редактор:

Яхьяева Хасайбат Шарабутдиновна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова», г. Махачкала

В настоящем издании представлены доклады участников I Региональной научной конференции «Три уровня – один путь в науку!», состоявшейся 21 мая 2026 года в г. Махачкале. В сборнике результаты очных выступлений учащихся школ, студентов колледжей и вузов, подготовленные под руководством научных руководителей. Публикации отражают результаты междисциплинарных исследований на стыке точных, естественных и прикладных медицинских наук. Особое внимание уделено применению методов физики, математики, химии и цифровых технологий в изучении живых систем, биологических процессов, биотехнологий и вопросов клинической физиологии.

Сборник адресован широкому кругу читателей, интересующихся развитием науки, а также участникам научно-образовательного процесса на разных уровнях: учащимся школ, студентам учреждений среднего профессионального и высшего образования.

Электронное текстовое издание сборника находится в свободном доступе на сайте <https://poanonic.ru>.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Уважаемые коллеги!

Организационный комитет выражает глубокую признательность и благодарность за проявленный интерес и оказанное внимание всем участникам I Региональной научной конференции «ТРИ УРОВНЯ — ОДИН ПУТЬ В НАУКУ!», охватившей широкий спектр актуальных междисциплинарных исследований на стыке точных наук, живых систем и медицины среди учащихся школ, студентов колледжей и высших учебных заведений

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель оргкомитета:

Байсонгуров Ибрагим Байсонгурович – кандидат психологических наук, доцент, научный руководитель ПОАНО «Национальный инновационный колледж», Почетный работник воспитания и просвещения Российской Федерации.

Сопредседатели оргкомитета:

Омариев Шамиль Шамхалович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, врио проректора по учебной работе и ДПО ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джембулатова»;

Аллахвердиев Аликбер Ибрагимович – доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по учебно-методической работе ПОАНО «Национальный инновационный колледж»;

Гасанова Урузмаг Мусаевна – кандидат педагогических наук, директор МБОУ «СОШ №50» им. Р. Гамзатова.

Заместители председателя оргкомитета:

Яхьяева Хасайбат Шарабутдиновна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джембулатова»;

Муцалханова Дина Ибрагимовна – учредитель ПОАНО «Национальный инновационный колледж»

Редакционная коллегия:

Алиев Магомед Гасангаджиевич – кандидат исторических наук, руководитель отдела контроля качества образования ПОАНО «Национальный инновационный колледж».

Тематика научных направлений:

1. Юный исследователь: живой организм глазами науки (СОШ)
2. Технологии на службе биологии: от теории к практике (СПО)
3. Передовые исследования: физика, математика и биотехнологии в живых системах (ВУЗ)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

ЮНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ: ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ ГЛАЗАМИ НАУКИ

Исаев М. Р., Исаева С. А., Яхьяева Х. Ш.

МАТЕМАТИКА И МЕНТАЛЬНАЯ АРИФМЕТИКА В РАЗВИТИИ КОГНИТИВНЫХ НАВЫКОВ7

Закарьяева С. К., Яхьяева Х. Ш.

ФИЗИКА ЗАБОТЫ: ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ УЧИТЕЛЕЙ НА РЕАЛЬНОЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ11

Самадова М. А., Бахмудова С. А.

КОЖА: СЛОИ, РЕЦЕПТОРЫ И СТАТИСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ В РОССИИ17

Хаиров М. Р., Хаиров Р. А.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ.....23

Идрисова З. К., Алиева К. Г.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В МОЗГЕ КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ27

Смолкина Э. И., Савина В. И.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА32

Алиев М. А., Яхьяева Х. Ш.

БИОФИЗИКА ДЫХАНИЯ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ГАЗООБМЕНА В ЛЁГКИХ ЧЕЛОВЕКА40

Алиева С. Х., Яхьяева Х. Ш., Нуралиева С. С.

ФИЗИКА ОХЛАЖДЕНИЯ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ЧЕЛОВЕКА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАСПИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ И ВЫСОКОГОРНОГО ДАГЕСТАНА...45

Маммацаева А. З., Яхьяева Х. Ш., Бахмудова С. А.

БИОФИЗИКА ТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ТКАНЕЙ: РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В РАЗВИТИИ И ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ.....50

СЕКЦИЯ 2. ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ БИОЛОГИИ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ (СПО)

Гереев М. Э., Атлуханова Л. Б.

ГАЗОВЫЕ ЛАЗЕРЫ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ: УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ..... 56

Асельдерова С. И., Алиева З. А.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДРУГИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОАНО «НИК» ПРИ РАЗЛИЧНОЙ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ.....61

Магомедова М. М., Яхьяева Х. Ш.

РОЛЬ МЕХАНИКИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА: ОТ БИОМЕХАНИКИ СУСТАВОВ ДО ИНЖЕНЕРИИ ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ.....66

Султанова А. Н., Шираева З. М.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ БИОЛОГИИ РАНЫ: СТУДЕНЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА УШИВАНИЕ ПОСТЭКСТРАКЦИОННОЙ ЛУНКИ.....74

Аммаева Х. Э., Алиева З. А.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОСАНКИ79

СЕКЦИЯ 3. ПЕРЕДОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И БИОТЕХНОЛОГИИ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ (ВУЗ)

Алиева З. Х., Зубаирова М. М. РОЛЬ МУХ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТЕЛЯЗИОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....84

Багирова Н. Джавад кызы

ДИЕТОТЕРАПИЯ В ХРОНИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЯХ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ88

Галиуллин А. Р., Гамзагаева С. Т.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СВЯЗИ ВОСПРИЯТИЯ И МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ КУБ НЕККЕРА 96

Рамазанова А. М., Атлуханова Л. Б.

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА: ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ102

Багамаева М. М., Хаиров Р. А.

ОШИБКА ИГРОКА, ИЛИ ПОЧЕМУ «ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ» НЕ РАБОТАЕТ В КАЗИНО.....106

Расулова П. М., Кулибеков Н. А.

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДВУХ ПОКОЛЕНИЙ СТОЛА ПИРОГОВА ПРИ РАБОТЕ С ТРЁХМЕРНЫМИ МЕДИЦИНСКИМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ.....110

Чанкаев А. А., Султанов З. А., Яхьяева Х. Ш.

ФИЗИКА И ИНЖЕНЕРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ОТ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ДО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ.....116

УДК 51

**МАТЕМАТИКА И МЕНТАЛЬНАЯ АРИФМЕТИКА
В РАЗВИТИИ КОГНИТИВНЫХ НАВЫКОВ**

Исаев М. Р.¹, ученик 2 класса

Исаева С. А.², оториноларинголог

Яхьяева Х. Ш.³, канд. физ.-мат. наук, доцент

¹МБОУ «СОШ № 50» имени Р. Гамзатова

²Медицинский центр «Лекарь», г. Махачкала, Россия

*³ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В статье рассматривается влияние изучения математики и ментальной арифметики на формирование и развитие когнитивных функций человека в условиях современного информационного общества. На основе анализа психологических и нейробиологических аспектных данных раскрывается механизм воздействия устного счета на синхронизацию работы правого и левого полушарий головного мозга. Описаны процессы улучшения различных видов, внимания и гибкости мышления. В работе приводятся данные современных исследований, подтверждающие положительный эффект когнитивного переноса математических навыков на общую академическую успеваемость и адаптивность мышления.

Ключевые слова: когнитивные навыки, математическое мышление, ментальная арифметика, соробан, рабочая память, межполушарное взаимодействие, концентрация внимания, младшие школьники.

**MATHEMATICS AND MENTAL ARITHMETIC
IN THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS**

Isaev M. R.¹, 2nd grade student

Isaeva S. A.², Otorhinolaryngologist,

*Yakhyaeva Kh. Sh.³, Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor*

¹"Secondary General Education School No. 50" named after R. Gamzatov

²"Lekar" Medical Center, Makhachkala, Russia

*³Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The article examines the impact of mathematics and mental arithmetic on the formation and development of human cognitive functions in today's information-driven society. Based on the analysis of psychological and neurobiological data, the paper reveals how mental calculation practice synchronizes the activity of the right and left hemispheres of the brain. It describes the improvement processes of various memory types, as well as attention span and mental flexibility. The paper presents data from modern research confirming the positive effect of cognitive transfer of mathematical skills on general academic performance and cognitive flexibility.

Keywords: cognitive skills, mathematical thinking, mental arithmetic, abacus, working memory, interhemispheric interaction, focus of attention, primary school students.

Актуальность исследования. Мы живем в эпоху стремительного обновления информации, где скорость принятия решений определяет успешность человека в профессиональной и повседневной жизни. Высокий темп технологического прогресса требует от современного человека не просто обладания базовыми знаниями, а гибкости мышления, умения быстро переключаться между задачами и обрабатывать колоссальные объемы данных. В этих условиях развитие когнитивных навыков – памяти, внимания, логики и скорости мышления – становится приоритетной задачей для системы образования и саморазвития.

Математика и ментальная арифметика выступают не просто в роли школьных предметов, а как фундаментальные тренажеры для человеческого интеллекта, формирующие структуру мышления и адаптивность к вызовам реального мира. Сегодня особенно важно понять, как именно эти инструменты влияют на наш мозг и почему их освоение закладывает прочный фундамент для интеллектуальной эффективности на всю жизнь.

Цель нашего исследования – обосновать значимость математического мышления и ментальной арифметики как эффективных инструментов развития когнитивных способностей человека в современных реалиях.

Задачи исследования:

1. Показать практическую применимость математики в повседневной жизни за пределами академической среды.
2. Раскрыть нейropsychологический механизм влияния ментальной арифметики на синхронную работу полушарий головного мозга.
3. Проанализировать актуальные данные исследований, подтверждающие долгосрочную пользу данных методик для интеллекта, с опорой на научные источники.

1. Математика как основа жизненной логики и гибкости

Математика окружает нас повсюду, сопровождая даже самые простые бытовые процессы. Мы сталкиваемся с ней при планировании личного бюджета, расчете времени на дорогу, сравнении цен в магазинах или оценке рисков при принятии важных решений. Однако главная ценность математической науки кроется в ее способности формировать системное мышление. Она учит человека выделять главное, отсекавать лишнее, строить причинно-следственные связи и действовать последовательно. Как отмечает Н. И. Зильберберг, формирование математического мышления служит фундаментом для достижения метапредметных результатов, позволяя человеку успешно переносить логические алгоритмы на любые жизненные и рабочие ситуации [1].

Особый психологический аспект математики заключается в формировании культуры работы с ошибками. В процессе поиска правильного ответа человек неизбежно сталкивается с неверными шагами. Решение сложных задач учит не бояться неудач, а воспринимать их как ценный источник информации. Через анализ сбоев приходит глубокое понимание сути проблемы, что развивает эмоциональную стойкость, критическое мышление и умение оптимизировать свои действия в реальной жизни. Ошибка в математике становится не приговором, а отправной точкой для рефлексии и поиска нового, более эффективного пути.

2. Ментальная арифметика: синергия двух полушарий

Особое место в системе развития интеллекта занимает ментальная арифметика - уникальная японская методика быстрого устного счета, изначально предназначенная для развития мозговой активности у детей от 4 до 15 лет. Ее ключевое отличие от классического школьного счета заключается в использовании абакуса (соробана) - специальных счетов, которые впоследствии полностью переносятся в воображение ученика. Важно понимать, что ментальная арифметика - не просто про счет без калькулятора, а комплексная тренировка интеллекта в целом.

С точки зрения нейробиологии, этот процесс запускает мощную совместную работу обоих полушарий головного мозга:

- *Правое полушарие:* включается в работу первым, когда человек мысленно визуализирует соробан, создавая его яркий образ и удерживая картинку в уме. Это активирует творческое, пространственное и интуитивное мышление.
- *Левое полушарие:* подключается в момент выполнения непосредственных арифметических действий на воображаемых косточках счета. Оно отвечает за логику, последовательность, цифры и языковые операции.

Исследования с применением современных методов нейровизуализации доказывают, что тренировки на ментальном абакусе кардинально меняют

функциональную связность пространственной памяти в мозге [4]. В тот момент, когда человек начинает выполнять действия на воображаемом соробане, активизируются связи между полушариями через мозолистое тело. Такой синхронный режим работы приводит к значительному ускорению обработки любой поступающей информации. Кроме того, за счет постоянной работы с физическими счетами на начальном этапе активно развивается мелкая моторика пальцев, которая напрямую связана с речевыми и мыслительными центрами головного мозга.

3. Анализ данных мировых когнитивных исследований

Крупные долгосрочные исследования, которые ученые по всему миру регулярно проводят среди детей и подростков, дали следующие результаты:

1. Скорость обработки информации и концентрация внимания

Компьютерные тесты фиксируют значительный отрыв у группы детей, практикующих ментальный счет. Измерения показывают, что скорость переключения внимания у них выше в среднем на 35–40%. Они совершают в два раза меньше ошибок при поиске закономерностей в условиях дефицита времени. Это напрямую связано с тем, что мозг привыкает выполнять несколько микроопераций в секунду при манипуляциях с воображаемым соробаном.

2. Объем рабочей памяти

Рабочая память отвечает за временное хранение и обработку информации, необходимой для решения текущей задачи. Согласно тестам на запоминание цифровых рядов в прямом и обратном порядке, практикующие ментальный счет способны удерживать в фокусе внимания от 7 до 9 объектов одновременно. Для сравнения, средний показатель контрольной группы составляет всего 5–6 объектов. Данный эффект подтверждается экспертами: профессиональные тренировки с ментальным абакусом коренным образом перестраивают зрительно-пространственную память, расширяя ее привычные границы [3].

3. Успеваемость по смежным дисциплинам

Люди, освоившие ментальную арифметику, демонстрируют более высокие показатели не только в точных науках, но и в чтении, изучении иностранных языков, а также в творческих дисциплинах. Как подчеркивает Д. Ансари в своем обзоре когнитивной нейронауки арифметики, развитие математических навыков имеет глубокие последствия для образовательной практики в целом, поскольку оно перестраивает базовые механизмы восприятия информации [2].

Заключение. В современном мире ценность человека определяет не количество заученной информации, а умение работать с ней — быстро, точно, осознанно и гибко. Математическое мышление дарит человеку способность видеть мир через призму структуры и строгой логики. Ментальная арифметика, в свою очередь, служит тем самым катализатором, который делает мышление более

сильным, точным и стремительным. Раннее совмещение классической математики и ментального счета помогает ребенку сформировать главный метанавык будущего – способность эффективно думать и быстро адаптироваться к любым интеллектуальным вызовам.

Литература

1. Зильберберг, Н. И. Формирование математического мышления учащихся как основа метапредметных результатов / Н. И. Зильберберг // Математика в школе. – 2019. – № 4. – С. 15–22.
2. Ansari, D. Developmental cognitive neuroscience of arithmetic: implications for educational practice / D. Ansari // Frontiers in Human Neuroscience. – 2011. – Vol. 5, No. 37. – P. 1–12.
3. Frank, M. C. Professional expertise alters visual-spatial memory: A case study of mental abacus / M. C. Frank, D. Barner // Cognition. – 2012. – Vol. 124, No. 3. – P. 327–338.
4. Li, Y. Mental abacus training modulates functional connectivity of spatial memory networks in children / Y. Li, Y. Hu, M. Huang [et al.] // Human Brain Mapping. – 2019. – Vol. 40, No. 13. – P. 3921–3931.

УДК 577.3

ФИЗИКА ЗАБОТЫ: ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ УЧИТЕЛЕЙ НА РЕАЛЬНОЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Закарьяева С. К.¹, ученица 8 класса

Яхьяева Х. Ш.^{2,3}, канд. физ.-мат. наук, доцент

¹МБОУ «СОШ № 48», г. Махачкала, Россия

²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»

³ПОАНО «Национальный инновационный колледж», г. Махачкала, Россия

e-mail: khasaybat@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты школьного исследования, посвящённого изучению изменений артериального давления и пульса учителей до и после проведения уроков. Выявлены индивидуальные реакции сердечно-сосудистой системы на педагогическую нагрузку: у большинства учителей зафиксировано повышение артериального давления, у части снижение или отсутствие значимых изменений. Обсуждаются возможные причины таких реакций и даются рекомендации по поддержанию здоровья педагогов.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, пульс, педагогическая нагрузка, стресс, здоровье учителей.

PHYSICS OF CARE: ASSESSING INDIVIDUAL CARDIOVASCULAR RESPONSES OF TEACHERS TO REAL PEDAGOGICAL IMPACT

*Zakaryaeva S. K.¹, Student of 8th Grade
Yakhyaeva Kh. Sh.^{2,3}, Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor*

¹Municipal Budgetary Educational Institution "Secondary School No. 48"

²Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov

³National Innovation College, Makhachkala, Russia

Abstract. The article presents the results of a school study on changes in blood pressure and pulse of teachers before and after lessons. Individual cardiovascular responses to pedagogical load are identified: most teachers showed an increase in blood pressure, while some demonstrated a decrease or no significant changes. Possible causes of such reactions are discussed, and recommendations for maintaining teachers' health are provided.

Keywords: cardiovascular system, blood pressure, pulse, pedagogical load, stress, teachers' health.

Актуальность исследования. Профессия учителя относится к числу наиболее стрессогенных профессий. Педагоги ежедневно сталкиваются с высокой эмоциональной и интеллектуальной нагрузкой, необходимостью управлять классом, решать конфликтные ситуации, соблюдать жёсткие временные рамки и нести ответственность за результаты обучения. Длительное воздействие профессионального стресса может приводить к нарушениям работы сердечно-сосудистой системы, включая повышение артериального давления, учащение пульса и развитие артериальной гипертензии.

По данным исследований, учителя входят в группу риска по развитию сердечно-сосудистых заболеваний из-за хронического стресса, гиподинамии, нерегулярного питания и недостатка времени на отдых [1, 3]. При этом состояние здоровья педагогов напрямую влияет на качество образовательного процесса и благополучие учащихся.

Таким образом, изучение реакции сердечно-сосудистой системы учителей на реальную педагогическую нагрузку является актуальной задачей, позволяющей выявить риски для здоровья и разработать меры профилактики.

Цель нашего исследования – оценить индивидуальную реакцию сердечно-сосудистой системы учителей (по показателям артериального давления и пульса) на реальную педагогическую нагрузку в течение учебного дня.

Задачи исследования:

1. Измерить артериальное давление и пульс учителей за 15 минут до начала урока (в состоянии относительного покоя).
2. Измерить артериальное давление и пульс тех же учителей через 40 минут после начала занятия (в период максимальной педагогической нагрузки).
3. Сравнить показатели до и после урока для каждого участника.
4. Выявить типы реакций сердечно-сосудистой системы (повышение, снижение, отсутствие значимых изменений) на педагогическую нагрузки.
5. Проанализировать возможные причины индивидуальных различий в реакциях.
6. Разработать практические рекомендации по поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы учителей с учётом полученных данных.

Сердце – важнейший орган человеческого организма, выполняющий функцию центрального насоса. За сутки оно совершает около 100 000 сокращений, обеспечивая непрерывную циркуляцию крови по всему телу. Разберёмся подробнее, как устроена и работает сердечно-сосудистая система – и как на неё влияет профессия учителя. Этот орган представляет собой мышечный мешок, состоящий из четырёх камер: двух предсердий и двух желудочков. Его работа происходит в несколько этапов:

1. Кровь поступает в предсердия;
2. Предсердия сжимаются – кровь переходит в желудочки;
3. Желудочки сжимаются – кровь выталкивается в артерии.

В основе этого процесса лежит закон Паскаля: *давление, производимое на жидкость, передаётся в любую точку без изменений*. Когда сердце создаёт давление, оно равномерно распределяется по всей кровеносной системе.

Артериальное давление – важный показатель работы сердца. Нормальным считается значение 120/80 мм рт. ст. Если давление слишком высокое, стенки сосудов могут повредиться.

Давление рассчитывается по формуле:

$$p = F / S,$$

где: F – сила сокращения сердечной мышцы, S – площадь сечения сосуда.

Существует два круга кровообращения:

- малый круг – кровь идёт к лёгким для обогащения кислородом;
- большой круг – кислород доставляется ко всем органам и тканям.

Пульс – это удары сердца, которые можно прощупать на запястье. В покое нормальный пульс составляет 60–80 ударов в минуту, при физической нагрузке он увеличивается.

Нагрузка на сердце учителя: специфика профессии. Работа учителя связана с постоянной психоэмоциональной и физической нагрузкой [1-4]:

- целый день на ногах – длительное вертикальное положение увеличивает нагрузку на венозную систему нижних конечностей и сердце;
- необходимость объяснять материал, управлять классом, делать замечания – требует высокой концентрации внимания и эмоциональной вовлечённости, что активирует симпатическую нервную систему и может приводить к повышению давления;
- высокая концентрация внимания и быстрая реакция на нестандартные ситуации – вызывает активацию стрессовых механизмов, выброс адреналина и норадреналина, что увеличивает частоту сердечных сокращений и тонус сосудов;
- долгие педсоветы – сидячая работа после активного преподавания создаёт резкий контраст в нагрузке, что может провоцировать скачки давления;
- дополнительная бумажная работа дома – продлевает рабочий день, сокращает время отдыха и сна, что не позволяет сердечно-сосудистой системе восстановиться.

Всё это создаёт серьёзную нагрузку на организм, особенно на сердечно-сосудистую систему. При этом сердце работает круглосуточно, без отдыха, обеспечивая каждую клетку тела кислородом и питательными веществами.

Школьное исследование: методика и результаты

В рамках школьного проекта было проведено исследование артериального давления и пульса учителей. Измерения выполнялись по следующей схеме:

- за 15 минут до начала урока – для фиксации фоновых показателей в состоянии относительного покоя;
- через 40 минут после начала занятия – в период максимальной педагогической нагрузки, когда проявляются стрессовые реакции.

Результаты исследования показали индивидуальную реакцию сердечно-сосудистой системы на педагогическую нагрузку:

1. Артериальное давление (АД):

1) у большинства учителей (№ 1, № 2, № 5) наблюдалось повышение давления после урока (рис. 1). Это может свидетельствовать о стрессовой реакции, связанной с преподаванием, управлением классом или другими профессиональными нагрузками. Повышение АД на 10–20 мм рт. ст. считается физиологической реакцией на стресс, но при регулярном повторении может способствовать развитию гипертензии [5];

2) у двух учителей (№ 3, № 4) давление снизилось. Это может говорить о разной индивидуальной реакции на нагрузку или о быстрой адаптации организма, а также о возможном преобладании парасимпатического тонуса после периода напряжения [6].

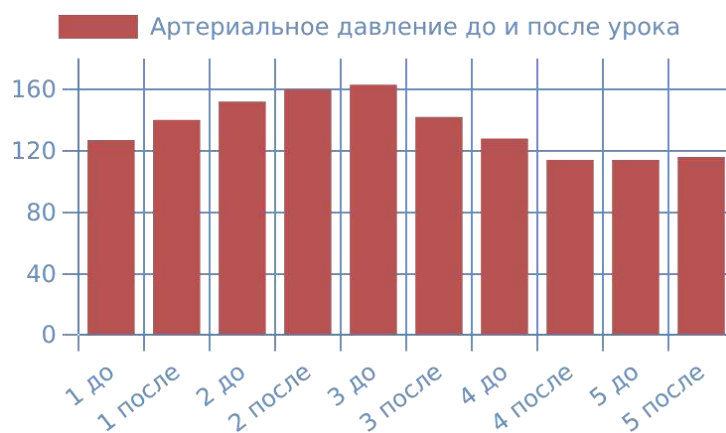


Рис. 1. Динамика артериального давления у участников исследования

2. Пульс:

1) у части учителей (№ 1, № 2, № 4) пульс снизился после урока – возможно, из-за перехода от эмоционального напряжения к более спокойному состоянию (рис. 2);

2) у учителя № 3 показатели пульса остались почти неизменными – свидетельствует о хорошей адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузке;

3) у учителя № 5 пульс повысился – указывает на сохраняющееся эмоциональное напряжение или недостаточную тренированность сердечно-сосудистой системы [7].

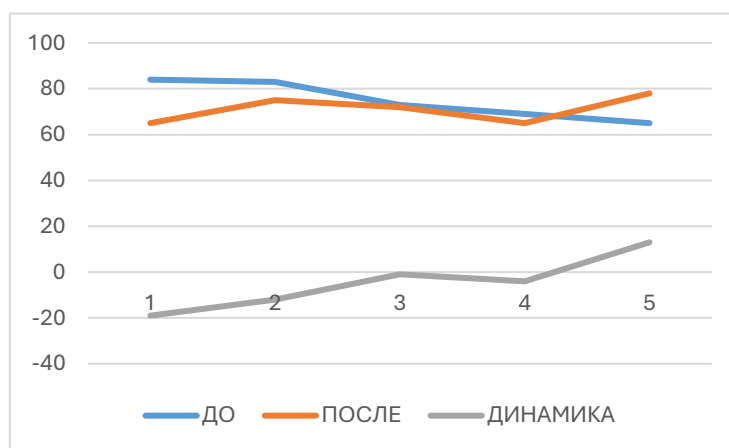


Рис.2. Динамика показателей пульса учителей до и после проведения урока

Эти данные указывают на индивидуальные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку. Наиболее выраженное повышение

давления наблюдалось у учителей № 1 и № 2. Это требует особого внимания к их состоянию здоровья и возможным факторам стресса.

Выводы и рекомендации. Исследование подтвердило, что педагогическая деятельность оказывает заметное влияние на сердечно-сосудистую систему учителей. Реакция организма на нагрузку индивидуальна и зависит от множества факторов: уровня стрессоустойчивости; физического состояния; особенностей рабочего графика; наличия дополнительных нагрузок.

Чтобы поддержать здоровье сердца, учителям особенно важны:

- регулярные физические упражнения (умеренные кардионагрузки, прогулки) – улучшают работу сердечно-сосудистой системы и снижают риск гипертензии [8];
- сбалансированное питание – помогает контролировать вес и уровень холестерина, что снижает риск атеросклероза [9];
- полноценный сон и отдых – необходимы для восстановления после стрессовых нагрузок [10];
- техники снижения стресса – помогают снизить активность симпатической нервной системы и нормализовать давление. Рассмотрим их подробнее.

Здоровье сердечно-сосудистой системы учителя – не только личная забота, но и вопрос качества образования. Своевременное внедрение простых техник саморегуляции и организационных мер может существенно снизить негативное влияние профессионального стресса.

Регулярный самоконтроль артериального давления и пульса (особенно при наличии факторов риска), сочетание физических нагрузок с методами релаксации, а также поддержка со стороны администрации школы помогут сохранить профессиональное долголетие педагогов.

Забота о здоровье учителей – это инвестиция в будущее наших учеников. Когда педагог чувствует себя хорошо, он может полностью раскрыть свой потенциал и создать благоприятную среду для обучения.

Литература

1. Орлова Н. В., Глибко К. В., Горяйнова С. В., Евдокимов Ф. А., Милованова О. А. Влияние профессионального стресса на заболевания сердечно-сосудистой системы учителей // Медицинский алфавит. 2024. № 24. С. 53–56.
2. Волнение и стресс. Кардиолог о том, как избежать повышения давления и его последствия // Государственный научно-практический центр психического здоровья. URL: stdorrcgie.by/dokumentyi/stati-obzoryi/volnenie-i-stress.-kar-diolog-o-tom,-kak-izbezhat-povyisheniya-davleniya-i-ego-posledstviya.

3. Катаманова Е. В., Тихонова И. В., Козинцев И. Н., Ковальчук Н. В., Павленко Н. А. Оценка состояния здоровья педагогов общеобразовательных школ // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 12. С. 1423–1429.
4. Карамнова Н. С., Калинина А. М., Олейникова Н. В. и др. Изучение факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в коллективе педагогов общеобразовательных школ // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2011. Т. 10, № 5. С. 8–13.
5. Кондратьева О. Г., Кондратьева А. А. Профиль гемодинамических показателей сердечно-сосудистой системы при формировании профессионального стресса у педагогов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16385> (дата обращения: 02.06.2023).
6. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 265 с.
7. Шляхто Е. В. Кардиология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР Медиа, 2019. – 816 с.
8. Чазова И. Е., Жернакова Ю. В. Клинические рекомендации по диагностике и лечению артериальной гипертензии // Кардиологический вестник. 2019. Т. 14, № 1. С. 3–31.
9. Судаков К. В. Физиология человека: атлас динамических схем. – М.: Медицинское информационное агентство, 2020. – 416 с.
10. World Health Organization. Mental health at work. WHO, 2022.

УДК 612.79

КОЖА: СЛОИ, РЕЦЕПТОРЫ И СТАТИСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ В РОССИИ

*Самадова М. А., ученица 9 класса
Бахмудова С. А., учитель физики
МБОУ «Гимназия 17» им. С.М. Ильясова
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В работе исследовано строение кожи человека как сложного многофункционального органа. Рассмотрены анатомические особенности трёх основных слоёв кожи, их функции и взаимодействие. Особое внимание уделено системе кожных рецепторов и их роли в восприятии окружающей среды. Установлено, что кожа выполняет не только защитную функцию, но и является

важнейшим органом чувствительности. Исследованы актуальные статистические данные о распространенности кожных заболеваний в Российской Федерации.

Ключевые слова: кожа, эпидермис, рецепторы, чувствительность, функции кожи.

SKIN: LAYERS, RECEPTORS, AND DISEASE STATISTICS IN RUSSIA

Samadova M. A., Student of 9 grade

Bakhmudova S. A., Physics Teacher

*Municipal Budgetary Educational Institution "Gymnasium 17"
named after S.M. Ilyasov, Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper explores the structure of human skin as a complex and multifunctional organ. It examines the anatomical features of the three main layers of skin, their functions, and interactions. Special attention is given to the system of skin receptors and their role in the perception of the environment. It is established that skin performs not only a protective function, but also serves as a crucial sensory organ. The paper also provides current statistical data on the prevalence of skin diseases in the Russian Federation.

Keywords: Skin, epidermis, dermis, receptors, sensitivity, skin functions.

Актуальность исследования. Кожа является важнейшим органом человеческого организма и выполняет множество жизненно необходимых функций [1, 2]. Она защищает организм от внешних воздействий, участвует в терморегуляции, обмене веществ и восприятии окружающей среды. Изучение строения кожи и её рецепторов помогает лучше понять работу организма человека, причины возникновения различных кожных заболеваний и способы сохранения здоровья кожи [4]. В современном мире проблема ухода за кожей и защиты её от вредных факторов окружающей среды становится особенно важной.

Причиной выбора данной темы стал интерес к строению человеческого организма и особенностям работы органов чувств. Кожа ежедневно подвергается воздействию различных факторов окружающей среды, поэтому важно понимать её строение, функции и значение рецепторов. Кроме того, знания о коже необходимы для сохранения здоровья и профилактики заболеваний.

Цель исследования – изучить строение кожи человека, её основные слои, функции и виды рецепторов кожи.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть строение кожи человека.
2. Изучить особенности эпидермиса, дермы и подкожной жировой клетчатки.
3. Определить основные функции кожи.
4. Изучить виды кожных рецепторов и их значение.
5. Выяснить роль рецепторов в восприятии окружающей среды.

Кожа – самый большой орган человеческого организма [5]. Она покрывает всё тело, защищает внутренние органы от внешних воздействий и участвует во множестве жизненно важных процессов. Средняя площадь кожи взрослого человека составляет около 1,5–2 квадратных метров, а её масса может достигать 15 % массы тела [2]. Она выполняет защитную, дыхательную, выделительную, терморегуляторную и чувствительную функции. Благодаря многочисленным рецепторам человек способен ощущать прикосновения, боль, температуру и давление.

Строение кожи довольно сложное. Она состоит из нескольких слоёв [3], каждый из которых имеет свои особенности и выполняет определённые задачи. Также в коже расположено огромное количество рецепторов – специальных чувствительных образований, воспринимающих раздражения из окружающей среды. Без работы рецепторов человек не смог бы нормально взаимодействовать с внешним миром.

Эпидермис – это наружный слой кожи. Он непосредственно контактирует с окружающей средой и служит главным защитным барьером организма [5]. Толщина эпидермиса различна на разных участках тела. Например, на ладонях и подошвах он значительно толще, чем на веках. Данный слой состоит из многослойного плоского эпителия. В нём отсутствуют кровеносные сосуды, поэтому питание клеток происходит за счёт веществ, поступающих из более глубоких слоёв кожи. В нём выделяют несколько слоёв: роговой; блестящий; зернистый; шиповатый; базальный.

Роговой слой образован мёртвыми клетками, содержащими белок кератин. Эти клетки постепенно слущиваются и заменяются новыми. Роговой слой защищает организм от механических повреждений, микробов и потери воды.

В *базальном слое* находятся живые клетки, которые постоянно делятся. Благодаря этому происходит обновление кожи. Здесь же располагаются меланоциты – клетки, вырабатывающие пигмент меланин. Он определяет цвет кожи и защищает организм от вредного воздействия ультрафиолетовых лучей.

Эпидермис выполняет важнейшую защитную функцию. Он препятствует проникновению вредных веществ и микроорганизмов внутрь организма.

Под эпидермисом находится *дерма*, или собственно кожа. Это более толстый и прочный слой. Дерма состоит из соединительной ткани, содержащей коллагеновые и эластические волокна [2]. Именно они обеспечивают коже прочность и упругость.

В дерме располагаются [3]: кровеносные сосуды; лимфатические сосуды; нервные окончания; рецепторы; потовые железы; сальные железы; волосяные фолликулы.

Дерма делится на два слоя: сосочковый слой; сетчатый слой.

Сосочковый слой образован рыхлой соединительной тканью. В нём находится большое количество капилляров и нервных окончаний. Именно здесь располагаются многие рецепторы кожи.

Сетчатый слой состоит из плотной соединительной ткани. Он содержит толстые коллагеновые волокна, обеспечивающие прочность кожи. В этом слое находятся потовые и сальные железы, а также корни волос.

Подкожная жировая клетчатка, или *гиподерма*, является самым глубоким слоем кожи. Она состоит преимущественно из жировой ткани.

Основные функции подкожной клетчатки:

- запас питательных веществ;
- теплоизоляция;
- защита внутренних органов от ударов;
- соединение кожи с мышцами и костями.

Толщина подкожного жирового слоя зависит от возраста, пола, питания и образа жизни человека.

Кожа выполняет множество жизненно важных функций [4]:

1) *Защитная функция*. Кожа защищает организм от механических повреждений, микробов, химических веществ и ультрафиолетового излучения.

2) *Терморегуляция*. При повышении температуры окружающей среды усиливается выделение пота и расширяются сосуды кожи. Это помогает охлаждать организм. При холоде сосуды сужаются, уменьшая потерю тепла.

3) *Выделительная функция*. Через потовые железы из организма выводятся вода, соли и некоторые продукты обмена веществ.

4) *Дыхательная функция*. Кожа участвует в газообмене, хотя значительно меньше, чем органы дыхания.

5) *Чувствительная функция*. Благодаря рецепторам кожа воспринимает прикосновения, давление, температуру и боль.

Рецепторы – это специальные чувствительные образования, воспринимающие раздражения и передающие информацию в нервную систему [5]. Они позволяют человеку ощущать окружающий мир.

Кожные рецепторы делятся на несколько видов [1]: механорецепторы; терморепцепторы; болевые рецепторы.

Механорецепторы воспринимают прикосновение, давление и вибрацию.

Тельца Мейснера – расположены в сосочковом слое дермы. Они особенно многочисленны на кончиках пальцев, губах и ладонях. Эти рецепторы отвечают за ощущение лёгкого прикосновения.

Тельца Пачини – находятся глубже – в дерме и подкожной клетчатке. Они воспринимают сильное давление и вибрацию.

Диски Меркеля – обеспечивают восприятие формы и текстуры предметов. Благодаря им человек может различать мелкие детали на ощупь.

Тельца Руффини – реагируют на растяжение кожи и помогают контролировать движения пальцев и кистей.

Терморепцепторы воспринимают изменения температуры. Выделяют: рецепторы холода; рецепторы тепла.

Рецепторов холода в коже значительно больше, чем рецепторов тепла. Они помогают организму быстро реагировать на изменения температуры окружающей среды.

Болевые рецепторы, или *ноцицепторы*, реагируют на повреждения тканей. Они предупреждают организм об опасности. Боль играет важную защитную роль, так как заставляет человека избегать вредных воздействий.

Болевые рецепторы расположены практически по всей коже. Они активируются при ожогах, порезах, сильном давлении и воздействии химических веществ.

Работа рецепторов имеет огромное значение для жизни человека. Благодаря рецепторам человек способен: ориентироваться в окружающей среде; избегать опасности; различать температуру предметов; ощущать прикосновения; выполнять точные движения.

Если работа рецепторов нарушается, чувствительность кожи снижается. Это может привести к травмам, так как человек перестаёт ощущать боль или температуру.

Для сохранения здоровья кожи необходимо соблюдать правила гигиены. Основные правила ухода за кожей:

- регулярно мыть кожу;
- соблюдать правильное питание;
- защищать кожу от чрезмерного солнечного излучения;
- избегать травм и ожогов;
- использовать средства ухода, подходящие типу кожи.

Здоровье кожи тесно связано с состоянием всего организма.

Эпидемиологические показатели заболеваемости кожи и подкожной клетчатки в России. В работе мы исследовали актуальные статистические данные о распространенности кожных заболеваний в Российской Федерации, включая общую заболеваемость населения и отдельные нозологические формы.

Некоторые данные о болезнях кожи и подкожной клетчатки за 2024 год [6]:

- Общая распространённость среди всего населения РФ. В 2024 году этот показатель составил 5387 случаев на 100 тыс. населения, а заболеваемость (диагноз установлен впервые в жизни) – 3788,2 на 100 тыс. населения.

- Показатели среди детей (0–17 лет). Распространённость болезней кожи в 2024 году – 8345,6 на 100 тыс. детского населения, заболеваемость – 6028,4 на 100 тыс.

- Среди взрослого населения (18 лет и старше). Распространённость в 2024 году – 4613,6 на 100 тыс. взрослого населения, заболеваемость – 3202,9 на 100 тыс.

Также в статье за 2024 год приведены данные по отдельным нозологиям:

- Атопический дерматит (L20). Среди детей 0–17 лет распространённость в 2024 году составила 1430,4 на 100 тыс. детского населения, заболеваемость – 621,0 на 100 тыс. Среди взрослого населения показатели существенно ниже: распространённость – 131,4 на 100 тыс. взрослого населения, заболеваемость – 41,4 на 100 тыс.

- Контактный дерматит. Среди детей 0–17 лет распространённость в 2024 году – 1675,9 на 100 тыс. детского населения, заболеваемость – 1526,1 на 100 тыс. Среди взрослого населения распространённость – 863,3 на 100 тыс. взрослого населения, заболеваемость – 791,6 на 100 тыс.

Эти данные отражают динамику распространённости и заболеваемости болезнями кожи в РФ за последние годы и позволяют оценить текущую ситуацию в этой сфере.

Заключение. Проведённое исследование показало, что кожа является сложным многофункциональным органом, объединяющим защитные, регуляторные и сенсорные функции [4]. Система кожных рецепторов обеспечивает важнейшие механизмы взаимодействия организма с окружающей средой, а понимание строения кожи необходимо для разработки методов её защиты и ухода [5].

Литература

1. Сонин Н. И., Сапин М. Р. Биология. Человек. 8 класс. – М.: Дрофа, 2021.
2. Колесов Д. В., Маш Р. Д., Беляев И. Н. Биология. Человек. 8 класс. – М.: Просвещение, 2021.

3. Сапин М. Р. Анатомия и физиология человека. – М.: Академия, 2020.
4. Каменский А. А., Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Биология. Общая биология. – М.: Дрофа, 2020.
5. Энциклопедия «Человек». – М.: Росмэн, 2022.
6. Богданова Е. В., Кубанов А. А. Основные показатели ресурсов и результатов деятельности медицинских организаций, оказывающих медицинскую помощь по профилю «дерматовенерология». заболеваемость инфекциями, передаваемыми половым путем, болезнями кожи и подкожной клетчатки в российской федерации в 2022–2024 гг. // Вестник дерматологии и венерологии. 2025. № 5, том 101.

УДК 51

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ

Хаиров М. Р.¹, ученик 9 класса
Хаиров Р. А.², канд. физ.-мат. наук, доцент
¹*МБОУ "Лицей №39" им. Б. Астемирова*
²*ФГБОУ ВО «Дагестанский ГТУ»*
г. Махачкала, Россия
e-mail: hairovmarat2011@mail.ru

Аннотация. Данное в работе определение области значений функции позволяет многие задачи решить менее «затратным» способом, не прибегая, например, к производной, сведя задачу к решению несложных уравнений [3]. Аналогичный подход – сведение задачи к решению уравнения $f(x)=a$ и анализу существования корней – широко применяется в биофизике и клинической диагностике [1].

Ключевые слова: функция, область определения, график, множество значений.

Khairov M. R.¹, 9th grade student
Khairov R. A.², Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor
¹*Municipal Budgetary Educational Institution «Lyceum No. 39»*
named after B. Astemirov
²*Dagestan State Technical University*
Makhachkala, Russia

PARAMETRIC METHOD OF FINDING INTERVALS OF FUNCTION VALUES

Annotation. The definition of the range of values of a function given in this paper allows many problems to be solved in a less "expensive" way, without resorting, for example, to a derivative, reducing the problem to solving simple equations [3]. A similar approach is to reduce the problem to solving the equation $f(x) = a$ and root existence analysis - widely used in biophysics and clinical diagnostics [1].

Keywords: function, definition area, graph, set of values.

Понятие функции, ее области определения и области значений часто вызывают затруднения у учащихся [4]. Если ученики и осваивают методы нахождения области определения функции, то нахождение области значений все же остается труднодоступной для них задачей. В этой работе приведены примеры и определения, помогающие ученикам разобраться с этим вопросом [2]. Данное в работе определение области значений функции позволяет многие задачи решить менее «затратным» способом, не прибегая, например, к производной, сведя задачу к решению несложных уравнений [3]. Следует отметить, что аналогичный подход – сведение задачи к решению уравнения $f(x) = a$ и анализу существования корней – широко применяется в биофизике и клинической диагностике [1]. Например, при определении безопасного диапазона дозирования лекарственного препарата или при расшифровке кривых насыщения кислородом крови: искомая область значений функции – интервал физиологически достижимых состояний, а параметр a выступает в роли терапевтического маркера.

Определение 1. Всякая функция $y = f(x)$ имеет область определения $D(f)$ и область значений $E(f)$. Область определения $D(f)$ – множество допустимых значений независимой переменной x . Геометрически это проекция графика функции на ось Ox . Область значений $E(f)$ – множество, которое пробегает зависимая переменная y , когда переменная x пробегает область определения $D(f)$. Геометрически это проекция графика функции на ось Oy . Определить множество значений функции можно и иначе:

Определение 2. $E(f)$ – это множество таких значений a при которых уравнение $f(x) = a$ имеет хотя бы одно решение [3]. Такое определение, введение параметра a в некоторых случаях оказывается более удобным для отыскания множества значений или решения задач связанных с областью значений функции.

Пример 1. Найти область значений функции $f(x) = (2x + 3)/(4 + x^2)$

Решение: Используя второе определение запишем уравнение

$$\frac{2x + 3}{4 + x^2} = a,$$

которое можно переписать в виде $ax^2 - 2x + 4a - 3 = 0$. Если $a \neq 0$, то данное квадратное уравнение будет иметь решения только тогда, когда дискриминант неотрицателен: $D = 4 - 4a(4a - 3) \geq 0$, откуда получим что $a \in [-0.25; 1]$. Если же $a = 0$, то решением соответствующего уравнения будет $x = 1,5$. Отметим, что $a = -0,25$ и $a = 1$ соответственно наименьшее и наибольшее значения данной функции [2].

Приведем пример применения данного способа решения к задаче с параметром.

Пример 2. Найдите все значения параметра t , при каждом из которых множество значений функции

$$y = \frac{5t + 150x - 10tx}{100x^2 + 20tx + t^2 + 25}$$

содержит отрезок $[0; 1]$.

Решение: перепишем функцию в виде

$$y = \frac{5t + 10(15 - t)x}{(10x + t)^2 + 25}$$

и вновь обратимся ко второму определению области значений функции. Найдем значения x выраженные через параметр t при которых a принимает значения равные 0 и 1, соответствующие концам данного отрезка, т.е. такие чтобы выполнялись равенства:

$$0 = \frac{5t + 10(15 - t)x}{(10x + t)^2 + 25}, 1 = \frac{5t + 10(15 - t)x}{(10x + t)^2 + 25}$$

В силу того, что функция в переписанном виде очевидно непрерывна, отрезок $[0; 1]$ будет принадлежать области $E(f)$ если 0 и 1 будут содержаться в $E(f)$. Решим эти уравнения:

$$0 = \frac{5t + 10(15 - t)x}{(10x + t)^2 + 25} \Leftrightarrow -5t = 10(15 - t)x \Leftrightarrow$$

$$x = -\frac{5t}{10(15 - t)}, t \neq 15$$

$$1 = \frac{5t + 10(15 - t)x}{(10x + t)^2 + 25} \Leftrightarrow 100x^2 + 30(t - 5)x + t^2 - 5t + 25 = 0$$

Для существования решений полученного уравнения потребуем, чтобы дискриминант был неотрицателен:

$$D = 900(t - 5)^2 - 400(t^2 - 5t + 25) \geq 0$$

$$\Leftrightarrow (t - 7 + 2\sqrt{6})(t - 7 - 2\sqrt{6}) \geq 0$$

$$\Leftrightarrow t \in (-\infty; 7 - 2\sqrt{6}) \cup (7 + 2\sqrt{6}; +\infty).$$

Исключив из полученного множества $t = 15$ получим ответ:

$$t \in (-\infty; 7 - 2\sqrt{6}) \cup (7 + 2\sqrt{6}; 15) \cup (15; +\infty).$$

Пример 3. Другим интересным примером применения данного метода является задача нахождения области значений функции вида $y = A\cos x + B\sin x$. Вновь воспользуемся вторым определением и применим метод вспомогательного аргумента к полученному уравнению [4]. Разделим обе части уравнения $a = A\cos x + B\sin x$ на $\sqrt{A^2 + B^2}$, получим:

$$\frac{a}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} \cos x + \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \sin x.$$

Так как

$$\left(\frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}}\right)^2 + \left(\frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}}\right)^2 = 1,$$

положим

$$\sin t = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}},$$

$$\cos t = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}},$$

поэтому уравнение $a = A\cos x + B\sin x$ можно записать в виде

$$\sin(t + x) = \frac{a}{\sqrt{A^2 + B^2}},$$

которое будет иметь решения, когда

$$\left| \frac{a}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right| \leq 1 \Leftrightarrow -\sqrt{A^2 + B^2} \leq a \leq \sqrt{A^2 + B^2}$$

Следует отметить, что в рассмотренных примерах уравнение $f(x) = a$ имеет решения, которые можно выписать в явном виде. Что позволило находить наибольшее и наименьшее значения функции без использования производной, что в некоторых случаях освобождает от громоздких вычислений.

В биофизике и клинической практике идея «области значений как множества достижимых состояний» имеет прямое содержательное соответствие. Так, при анализе физиологических процессов область значений функции интерпретируется как интервал реально реализуемых (или допустимых) состояний системы: например, диапазон концентраций вещества, уровней насыщения кислородом, допустимых температур или механических нагрузок. Параметр a в уравнении $f(x) = a$ при этом становится маркером конкретного состояния или целевого показателя: это может быть терапевтическая концентрация лекарства, пороговый уровень сигнала датчика или критическое значение физиологического параметра.

Литература

1. Голубев В.И. Решение сложных и нестандартных задач по математике. – М.: Илекса, 2007. – 252 с.
2. Ромашкова Е.В. Функции и графики в 8-11 классах. – М.: Илекса, 2011. – 171 с.
3. Сильвестров В.В. Множество значений функции. – Чебоксары, 2004. – 64 с.
4. Шабунин М. И. Математика для поступающих в вузы. – М.: Лаборатория знаний, 2024. – 747 с.

УДК 61

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В МОЗГЕ КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ

*Идрисова З. К., ученица 10 класса
Алиева К. Г., учитель биологии
МБОУ «Лицей № 8» им. М-С.И. Умаханова
г. Махачкала, Россия
e-mail: zaremaidrisova09@gmail.com*

Аннотация. В работе исследовано влияние глубокой гипотермии (20°C) и последующего самосогревания на окислительный стресс в коре головного мозга крыс по уровню МДА, карбонильных групп, активности СОД и каталазы. Установлено, что гипотермия снижает интенсивность свободнорадикальных процессов и активность антиоксидантных ферментов, тогда как восстановление температуры резко усиливает окислительную модификацию липидов и белков и активирует СОД и каталазу.

Ключевые слова: гипотермия, окислительный стресс, мозг крыс, малоновый диальдегид, карбонильные группы, супероксиддисмутаза, каталаза.

OXIDATIVE STRESS IN THE RAT BRAIN DURING HYPOTHERMIA AND REWARMING

*Idrisova Z. K., student of 10th grade
Alieva K. G., Biology Teacher
Municipal Budgetary Educational Institution
«Lyceum No. 8» named after M-S.I. Umakhanov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The work investigated the effect of deep hypothermia (20°C) and subsequent rewarming on oxidative stress in the rat cerebral cortex. The levels of malondialdehyde (MDA), carbonyl groups in proteins, and the activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase were assessed. It was found that hypothermia reduces the intensity of free radical processes and the activity of antioxidant enzymes, while rewarming sharply increases oxidative modification of lipids and proteins and activates SOD and catalase.

Keywords: hypothermia, oxidative stress, rat brain, malondialdehyde, carbonyl groups, superoxide dismutase, catalase.

Введение. Гипотермия представляет собой состояние, характеризующееся снижением температуры тела ниже физиологически допустимого уровня. В медицинской практике данный феномен активно используется в качестве терапевтического подхода для минимизации повреждений тканей и органов, особенно в контексте патологических состояний, сопровождающихся цереброваскулярными катастрофами, такими как инсульты [8, с. 924].

Применение гипотермии в нейропротекции демонстрирует значительный потенциал благодаря её способности снижать метаболическую активность и, как следствие, минимизировать повреждения клеток [5, с. 1912].

Свободнорадикальные процессы занимают центральное место в патофизиологии множества неврологических заболеваний, включая ишемические инсульты, нейродегенеративные расстройства и травматические повреждения мозга. Эти процессы приводят к окислительному стрессу, который характеризуется дисбалансом между продукцией свободных радикалов и активностью антиоксидантных систем, что в конечном итоге вызывает повреждение клеточных структур и нарушает их функциональность. Гипотермия оказывает модулирующее воздействие на свободнорадикальные реакции, что делает её перспективным инструментом в нейропротективной терапии [7, с.262].

Цель работы – изучить изменение соотношения прооксидантов и антиоксидантов в коре мозга крыс при глубокой гипотермии и последующем восстановлении температуры.

Задачи:

1. Измерить уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) с помощью маркера малонового диальдегида (МДА).
2. Оценить окислительную модификацию белков мозга.
3. Измерить активность антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы.

Материалы и методы. Эксперименты проводились на самцах белых лабораторных крыс (весом 200–230 граммов) в стандартных условиях содержания. Для индукции гипотермии животных помещали в камеры с циркуляцией холодной воды (температура 5°C), в результате чего температура их тела снижалась до 20°C в течение одного часа. После этого крыс переносили в условия с повышенной температурой (25°C) для самосогревания. Температуру тела измеряли с помощью цифрового ректального термометра.

После декапитации извлекали серое вещество мозга, готовили 10% гомогенат в 0,1 М фосфатном буфере (рН 7,4). Содержание белка определяли методом Лоури. Уровень МДА определяли с тиобарбитуровой кислотой, содержание карбонильных групп - с 2,4-динитрофенилгидразином [3, с. 65]. Активность СОД измеряли адренохромовым методом [2, с. 46], активность каталазы - по скорости разложения перекиси водорода [4, с. 674].

Статистическую обработку проводили с помощью Statistica-6.0 и Excel. Данные представлены как $M \pm m$.

Результаты исследования

Как видно из табл. 1, при глубокой гипотермии в ткани мозга наблюдается достоверное снижение скорости накопления МДА на 23,4% и карбонильных групп на 13,8% относительно контроля. Самосогревание приводит к увеличению продуктов перекисного окисления липидов и белков.

Что касается ферментативного звена антиоксидантной системы (табл. 2), гипотермия привела к снижению активности каталазы и супероксиддисмутазы, а восстановление температуры тела приводит к увеличению активности этих ферментов.

Таблица 1

Содержание продуктов окисления липидов и белков в коре больших полушарий головного мозга крыс при гипотермии и в ходе последующего самосогревания ($M \pm m$, $n=6-8$)

Состояние животных	МДА (мкмоль/г)	Карбонильные группы (нмоль/мг белка)
Контроль	185,7±7,1	8,89±0,25
Гипотермия 20°C	137,9±15,1	7,66±0,21
Самосогревание до 37°C	278,2±14,3	10,73±0,42

Таблица 2

Активность супероксиддисмутазы и каталазы в коре больших полушарий мозга крыс при глубокой гипотермии и после восстановления температуры тела ($M \pm m$, $n = 6$)

Состояние животных	Активность СОД (усл. ед/мг белка)	Каталаза (мкмоль H_2O_2 /мг белка/мин)
Контроль	39,75±1,41	0,72±0,01
Гипотермия 20°C	35,19±0,18	0,58±0,02
Самосогревание до 37°C	67,04±0,95	1,36±0,03

Обсуждение результатов

Глубокая гипотермия приводит к снижению скорости накопления МДА на 23,4% (табл. 1). После восстановления температуры тела в мозге активируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), что способствует образованию активных форм кислорода (АФК). При гипотермии уровень карбонильных групп белков снижается на 13,8%, а после самосогревания увеличивается на 20,7%, что указывает на усиление генерации АФК в мозге (табл. 1).

При исследовании активности СОД и каталазы выявлено, что при глубокой гипотермии активность СОД снижается из-за окислительной модификации (табл. 2). СОД – тиоловый фермент, уязвимый к обратимой модификации [1, с. 68].

После восстановления температуры активность СОД возрастает на 69% по сравнению с контрольной группой. Это свидетельствует о её ключевой роли в защите мозга от АФК в постгипотермический период [9, с. 1016].

СОД катализирует реакцию диспропорционирования супероксид-аниона с образованием перекиси водорода (H_2O_2). Уровень H_2O_2 регулируется каталазой. При гипотермии активность каталазы снижается примерно на 20% (табл. 2), что указывает на общее угнетение антиоксидантной системы мозга [11, с. 24]. После восстановления температуры активность каталазы возрастает на 88,9% относительно контроля, что может объясняться восстановлением тиоловых групп фермента и увеличением синтеза новых молекул.

Выводы. На основе анализа продуктов свободнорадикального окисления липидов (МДА) и окислительной модификации белков (карбонильные группы) можно утверждать, что при глубокой гипотермии интенсивность свободнорадикальных процессов в мозге снижается. Это может быть связано с уменьшением генерации радикалов кислорода из-за низкой температуры, а также с активностью антиоксидантной защиты [6, с. 502]. Восстановление температуры тела после глубокой гипотермии приводит, с одной стороны, к интенсификации окислительной модификации липидов и белков мозга, а с другой стороны, к активации антиоксидантной системы мозга [10, с. 1933].

Литература

1. Кличханов Н. К., Исмаилова Ж. Г., Астаева М. Д. Интенсивность свободнорадикальных процессов в крови крыс при глубокой гипотермии и в ходе самосогревания // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2016. – № 5. – С. 67-71.
2. Сирота Т. В., Сирота Н. П. К механизму активации кислорода в химических и биологических системах // Биофизика. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 45-52.
3. Эмирбеков Э. З., Кличханов Н.К. Свободнорадикальные процессы и состояние мембран при гипотермии.– Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2011.– 154с.
4. Aebi H. Catalase. In: Bergmeyer, H.U., Ed., Methods of Enzymatic Analysis. – Weinheim/New York: Academic Press Inc., 1974. – P. 673-684.
5. Dietrichs E. S., McGlynn K., Allan A., Connolly A., Bishop M., Burton F., Kettlewell S., Myles R., Tveita T., Smith G. L. Moderate but not severe hypothermia causes pro-arrhythmic changes in cardiac electrophysiology // Cardiovasc Res. – 2020. – Vol. 116, No. 12. – P. 1921-1933.
6. Dietrichs E. S., Tveita T., Smith G. Hypothermia and cardiac electrophysiology: a systematic review of clinical and experimental data // Cardiovasc Res. – 2019. – Vol. 115, No. 3. – P. 501-516.

7. Tveita T. Rewarming from hypothermia. Newer aspects on the pathophysiology of rewarming shock // Int J Circumpolar Health. – 2000. – Vol. 59, No. 3-4. – P. 260-266.
8. Valkov S., Mohyuddin R., Nilsen J. H., Schanche T., Kondratiev T. V., Sieck G. C., Tveita T. Organ blood flow and O₂ transport during hypothermia (27°C) and rewarming in a pig model // Experimental Physiology. – 2019. – Vol. 104, No. 6. – P. 920-933.
9. Nilsen J. H., Schanche T., Kondratiev T. V., Hevroy O., Sieck G. C., Tveita T. Maintaining intravenous volume mitigates hypothermia-induced myocardial dysfunction and accumulation of intracellular Ca²⁺ // Exp Physiol. – 2021. – Vol. 106, No. 4. – P. 1012-1024.
10. Brown D. J., Brugger H., Boyd J. Accidental hypothermia // N. Engl. J. Med. – 2012. – Vol. 367, No. 20. – P. 1930-1938.
11. Hiramoto K., Kaku M., Kato T., Kikugawa K. DNA strand breaking by the carbon-centred radical generated from 4-(hydroxymethyl)benzene diazonium salt, a carcinogen in mushroom Agaricus bisporus // Chem–Biol. Interact. – 1995. – Vol. 94, No. 1. – P. 21-36.

УДК 53

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

*Смолкина Э. И.¹, ученица 10 класса
Савина В. И.^{1,2}, ст. преподаватель, учитель физики
¹МБОУ «Лицей №52», г. Махачкала, Россия
²ФГБОУ «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия
e-mail: Vik45172@mail.ru*

Аннотация. Статья содержит результаты исследования воздействия магнитного поля на здоровье человека. В работе содержится сравнение физического и психологического состояния двух групп учеников: одна из которых пользуются телефонами сотовой связи, другая нет. Воздействие магнитного поля со стороны телефонов сотовой связи на учеников, их использующих было выявлено в виде психологического расстройства, изменения давления и пульса. Актуальным является вопрос биологической безопасности сотовой связи. При воздействии магнитного поля у человека может наблюдаться повышенная утомляемость, вялость, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, боли.

Ключевые слова: электромагнитное поле, радиоизлучение, источники излучения, биологическая безопасность, сотовая связь, воздействие на системы организма.

MAGNETIC FIELD AND ITS EFFECT ON HUMAN HEALTH

Smolkina E. I.¹, Student of the 10th grade

Savina V.I.^{1,2}, Senior Lecturer, physics teacher

¹Municipal Budgetary Educational Institution «Lyceum 52»

*²Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The article contains the results of a study on the effect of a magnetic field on human health. The work compares the physical and psychological state of two groups of students: one group uses cell phones, while the other does not. The impact of the magnetic field from cell phones on students who use them was revealed in the form of psychological disorders, changes in blood pressure, and changes in heart rate. The issue of biological safety of cellular communication is relevant. Exposure to a magnetic field can cause increased fatigue, lethargy, changes in blood pressure and heart rate, and heart pain.

Keywords: electromagnetic field, radio radiation, radiation sources, biological safety, cellular communication, and effects on the body's systems.

Актуальность исследования. Магнитные поля пагубно влияют на здоровье человека, но в нынешнем этапе развития человек уже не сможет без этого прожить. Ведь сейчас даже маленьких детей не отпускают на улицу без телефонов, а телефон первый в списке пагубных влияний на здоровье человека. Уровень биологического воздействия электромагнитных полей не зависит от длительности его воздействия. При воздействии магнитного поля у человека может наблюдаться повышенная утомляемость, вялость, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, боли.

В настоящее время в быту, люди пользуются различными приборами-источниками магнитных волн, которые излучают энергию и тем самым оказывают значимое влияние на организм человека.

Источниками естественных магнитных полей являются атмосферное электричество, космические лучи, излучение солнца, а искусственные источники: различные генераторы, лазерные установки, линии электропередач, измерительные приборы, и др.

Магнитная сфера нашей планеты определяется в основном электрическим и магнитным полями, атмосферным электричеством, радиоизлучением, а также полями искусственных источников [1].

Перед грозой и во время грозы у человека появляется плохое самочувствие из-за усиления электрического поля, а одним из причин ДТП на дорогах являются магнитные бури, которые возникают из-за солнечной активности, которые так же ухудшают здоровье больных людей в пожилом возрасте.

По мере убывания длины волны в диапазон включаются инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма- излучение.

Источниками электрических полей промышленной частоты являются: линии электропередачи, специальные устройства защиты, автоматики, измерительные приборы, высоковольтные установки промышленной частоты.

Источником повышенной опасности в быту являются микроволновые печи, телевизоры, мобильные телефоны. В настоящее время признаются источником риска электроплиты, электрические чайники, утюги, холодильники (при работающем компрессоре) и другие бытовые электроприборы [5].

Цель исследования – провести оценку влияния биологического воздействия магнитного поля на организм человека.

1. Биологический эффект магнитного поля в условиях многолетнего воздействия

Многочисленные исследования в области биологического действия магнитного поля определили наиболее чувствительные системы организма: нервную, иммунную, эндокринную, половую. Биологический эффект магнитного поля в условиях многолетнего воздействия накапливается, вследствие чего возможно развитие отдаленных последствий дегенеративных процессов в центральной нервной системе, новообразований, гормональных заболеваний. К электромагнитным полям особенно чувствительны дети, беременные, люди с нарушениями в сердечно-сосудистой, гормональной, нервной, иммунной системах.

Влияние на нервную систему

Нарушается передача нервных импульсов. В результате появляются вегетативные дисфункции (неврастенический и астенический синдром), жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, нарушение сна нарушается высшая нервная деятельность - ослабление памяти, склонность к развитию стрессовых реакций.

Влияние на сердечно-сосудистую систему

Нарушения деятельности этой системы проявляются, как правило, лабильностью пульса и артериального давления, склонностью к гипотонии, болями в

области сердца. В крови отмечается умеренным снижением количества лейкоцитов и эритроцитов.

Влияние на иммунную и эндокринную системы

Установлено, что при воздействии магнитного поля нарушается иммуногенез, чаще в сторону угнетения. У животных организмов, облученных магнитным полем, отягощается течение инфекционного процесса. Влияние электромагнитных полей высокой интенсивности проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. Под действием магнитного поля увеличивается выработка адреналина, активизируется свертываемость крови, снижается активность гипофиза.

Влияние на половую систему

Многие ученые относят электромагнитные поля к тератогенным факторам. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша. Наличие контакта женщины с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам, повлиять на развитие плода и, наконец, увеличить риск врожденных уродств.

2. Воздействие магнитной бури на человека

В настоящее время влияние слабых ЭМП на живые организмы является доказанным [2].

Больной и здоровый организм по-разному реагирует на изменения геофизических условий. У лиц ослабленных, утомлённых в дни, характеризующиеся изменением геофизических условий, ухудшаются показатели энергетики, иммунологической защиты, состояния различных физиологических систем организма. А психологически и физически здоровый организм оказывается в состоянии перестроить свои внутренние процессы в соответствии с изменившимися условиями внешней среды. При этом активируется иммунная система, соответственно перестраиваются нервные процессы; сохраняется или даже увеличивается работоспособность. Субъективно это воспринимается здоровым человеком как улучшение самочувствия, подъём настроения.

Анализ многочисленных медицинских данных вывел также сезонный ход ухудшения здоровья во время магнитных бурь; он характеризуется наибольшим ухудшением в весеннее равноденствие, когда увеличивается число и тяжесть сосудистых катастроф (по статистике количество инфарктов увеличивается в три с половиной раза, инсультов – в два раза, приступов стенокардии – в полтора). Молодой и здоровый человек любую бурю переживет спокойно и даже не заметит ее, а пожилой и больной – не всегда.

Магнитная буря бьет по самым уязвимым местам. У одних обостряются хронические заболевания, у других болит сердце, у третьих начинается мигрень,

четвертые впадают в депрессию. Особенно плохо переносят магнитную бурю сердечники, люди с избыточным весом и расстройствами вегетососудистой системы.

Проводились наблюдения влияния магнитных и солнечных бурь на больных, страдающих психическими заболеваниями, в частности, маниакально-депрессивным синдромом. Было установлено, что у них при высокой солнечной активности преобладали маниакальные фазы, а при низкой – депрессивные [4].

Нужно отметить, что максимальное влияние магнитной бури можно ощутить в самолете, на высоте, так как пассажиров там не защищает «воздушное одеяло» земли. Еще одним местом, в котором сильнее других ощущается влияние магнитных бурь, считается метрополитен. Так как именно в метро образуются низкочастотные электромагнитные поля, являющиеся следствием сложного процесса движения подземных поездов. Именно образующиеся там магнитные поля, сочетаясь с возмущением электромагнитного поля земли, и обуславливают усиление негативного воздействия магнитных бурь на человеческий организм.

3. Воздействия магнитных волн на человека

Электромагнитные поля оказывают на организм человека тепловое и биологическое воздействие. Переменное поле вызывает нагрев тканей человека.

Такие органы как мозг, глаза, почки и ткани человека, которые обладают слабо выраженной терморегуляцией, более чувствительны к облучению. Перегревание тканей и органов ведет к их заболеваниям. Отрицательное воздействие электромагнитного поля может привести к торможению рефлексов, понижению кровяного давления, замедлению сокращений сердца, изменению состава крови, помутнению хрусталика глаза (катаракта).

При работе лазерных установок на организм человека могут воздействовать следующие вредные факторы: инфракрасное излучение, шум, вибрация. При воздействии лазерного излучения на организм человека возникают биологические эффекты. Всего различают первичные и вторичные эффекты [3]. Первичные изменения происходят в тканях человека непосредственно под действием излучения (ожоги, кровоизлияния), а вторичные (побочные явления) вызываются различными нарушениями в человеческом организме, развившимися вследствие облучения.

4. Могут ли люди чувствовать магнитное поле

Факты говорят о том, что люди действительно умеют “видеть” магнитное поле Земли и даже использовать его для навигации. Недавно ученые провели эксперимент, в котором выяснили, что альфа-волны взаимодействуют с некоторыми элементами в человеческом теле. По мнению специалистов, эти неизученные ранее органы чувств могут улавливать воздействие магнетизма.

Предыдущие исследования не обнаружили у людей каких-либо экстраординарных способностей, ученые решили не сдаваться. Они построили специально оборудованную клетку Фарадея с датчиками для электроэнцефалографии, куда в дальнейшем были помещены несколько испытуемых добровольцев. Внутри конструкции клетки исследователи расположили катушки, которые при активном движении генерировали магнитное поле.

Клетка Фарадея (рис.1) – это устройство для защиты объектов от воздействия электромагнитных полей. Важно понимать, что она защищает только от электрического поля, а статическое магнитное поле будет проникать внутрь.

В ходе эксперимента, испытуемые находились в темной, тихой обстановке с закрытыми глазами. После включения прибора, генерирующего магнитные волны, мозговые данные участников непрерывно фиксировались учеными, которые вели запись исследования для последующего анализа [6]. Результаты эксперимента показали то, что человеческий мозг действительно собирает и обрабатывает направленную информацию от рецепторов магнитного поля. Иными словами, человек может ощущать магнитное поле.

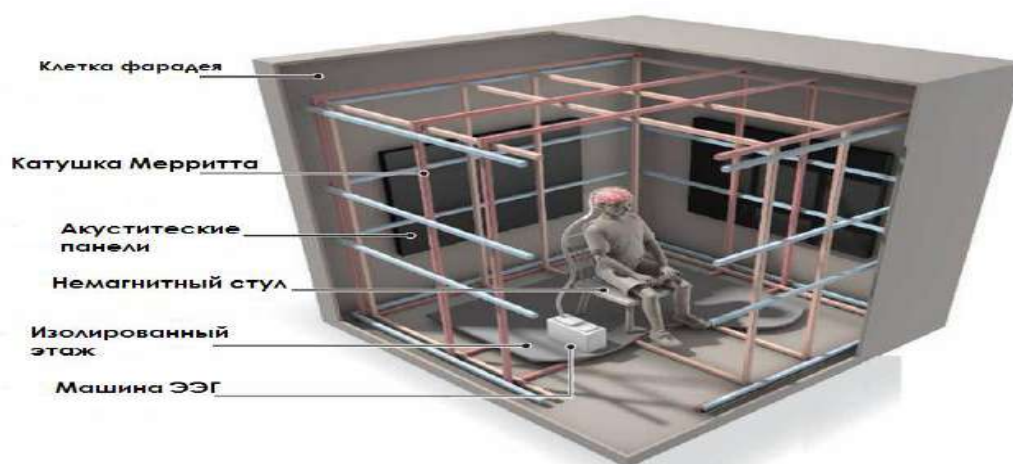


Рис.1. Клетка Фарадея

Исследование. Зачастую приводит к дискуссиям то, что действие магнитного поля на людей недостаточно изучено. По проведению экспериментов, которые показывают, что кратковременное нахождение в замкнутом пространстве, изолированном от влияния магнитного поля Земли, можно сказать, что оно оказывает благоприятное воздействие на человеческий организм. Критический порог – 20 минут. Через некоторое время начинаются процессы, которые негативно влияют на психоэмоциональное и физическое состояние человека. Исследование позволит определить уровень интенсивности магнитного поля на организм человека, со стороны электроприборов (телефонов).

Оценка работоспособности учащихся в периоды магнитных полей

Мы провели своё небольшое исследование с целью выяснения влияния магнитного поля со стороны телефона на здоровье школьников, играющих в игры на смартфонах. Во время уроков мы попросили по 10 учеников из 5 и 8 классов для эксперимента разрешить им использовать телефон.

Результаты исследования указаны в таблице и в виде диаграммы (рис.2).

Таблица

Результат исследования - вычисление среднего значения измеренного давления и пульса у учеников

Кол-во учеников (класс)	Давление/внимание на начало эксперимента	Пульс начало эксперимента	Давление через 1 урок <u>45 мин</u>	Пульс	Давление/внимание через 2 урока <u>100 мин</u>	Пульс	Давление/внимание через 4 урока <u>240 мин</u>	Пульс
5 класс -10 детей	95/70 (<u>8</u>)	80	100/76 (<u>6</u>)	85	105/80 (<u>5</u>)	88	111/84 (<u>3</u>)	93
8 класс - 10 детей	100/75 (10)	82	106/82	87	110/85	95	125/93	102

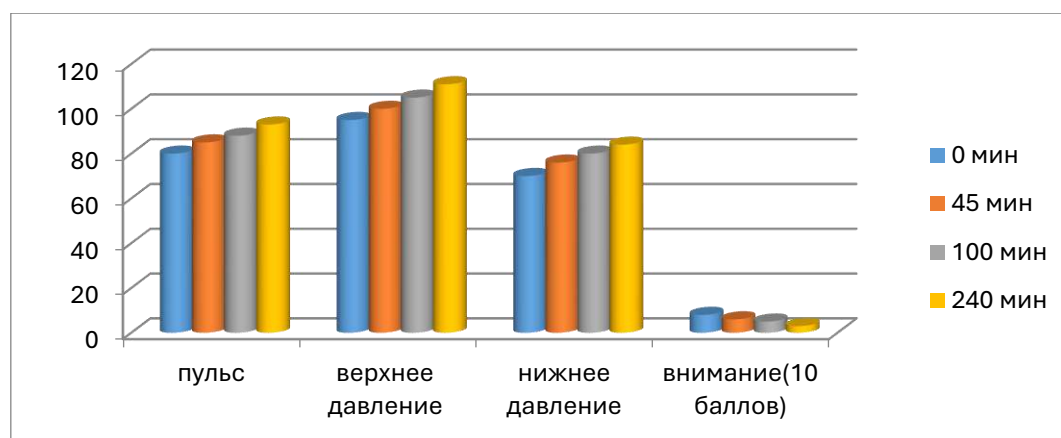


Рис. 2. Диаграмма влияния магнитного поля на учеников 5 класса

Вывод: в результате проведенного исследования, мы выяснили, что в зависимости от времени использования телефона успеваемость ухудшилась, внимание к изучаемому материалу у детей рассеянное и активность на уроках упала. Это связано с тем, что, влияние магнитного поля на учеников 5-8 класса происходит следующим образом:

- на психологическом уровне происходит отвлекание внимания от изучаемого материала, а также возникает нервозность при опросе учителями;

- в физически здоровом организме детей начинает меняться давление и пульс.

Другими словами, мы получили подтверждение многочисленных исследований в области биологического действия МП, определили, что к наиболее чувствительным системам организма можно считать: нервную и иммунную (вечером мы специально созванивались с некоторыми детьми и спрашивали, как они себя чувствуют на что получали ответ что у них, болит голова и их подташнивает).

Заключение. Люди довольно часто подвергаются воздействию различных видов электромагнитного излучения. Для уменьшения воздействия излучения на организм человека существуют различные методы, например, рациональное размещение облучающих объектов, ослабляющее воздействие излучения на людей; ограничение времени нахождения человека в электромагнитном поле; использование поглощающих экранов или же применение средств индивидуальной защиты. Защита человека от опасного воздействия электромагнитного облучения осуществляется рядом способов, основными из которых являются: уменьшение излучения непосредственно от самого источника, экранирование источника излучения, экранирование рабочего места, поглощение электромагнитной энергии, применение индивидуальных средств защиты, организационные меры защиты.

Литература

1. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. – Изд.10. Лань, 2025. – С.235-315.
2. Бреус Т.К. Магнитные бури. //Медико-биологические и геофизические аспекты. 2003. С.57.
3. Материалы интернет-портала «REFERAT.RU» (рефераты, учебные и справочные материалы на данную тему).
4. Копылова М. Ю., Липикина М. В., Никулина Т. В. Влияние бытовых приборов на здоровье человека // Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: сб. ст. 6-й Всерос. науч.-практ. конф., 17–18 февр. 2005 г. – Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006.
5. Головин Н. И., Курик М. В., Гарнага Н. М. Магнитное поле Земли и здоровье человека // Биомед. технологии и радиоэлектроника. – 2002. – № 5–6.
6. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Магнитное поле Земли и организм человека // Экология человека. – 2005.

БИОФИЗИКА ДЫХАНИЯ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ГАЗООБМЕНА В ЛЁГКИХ ЧЕЛОВЕКА

*Алиев М. А.¹, ученик 8 класса
Яхьяева Х. Ш.², канд. физ.-мат. наук, доцент
¹МБОУ «Лицей № 52», г. Махачкала, Россия
²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В данной работе исследуются фундаментальные физические принципы и биологические механизмы, обеспечивающие внешнее дыхание и диффузию газов в дыхательной системе человека. Подробно рассмотрена биомеханика вентиляции лёгких на основе газовых законов термодинамики, а также кинетика массопереноса кислорода и углекислого газа через альвеолярно-капиллярную мембрану. Описана координирующая роль центральной нервной системы в поддержании газового гомеостаза. Работа демонстрирует глубокую междисциплинарную интеграцию физики газов и физиологии респираторной системы человека.

Ключевые слова: физика дыхания, газообмен, диффузия газов, закон Бойля-Мариотта, закон Фика, парциальное давление, альвеола, гипоталамус.

BIOPHYSICS OF RESPIRATION: PHYSICO-CHEMICAL PRINCIPLES AND BIOLOGICAL MECHANISMS OF GAS EXCHANGE IN HUMAN LUNGS

*Aliiev M. A.¹, 8th grade student
Yakhyaeva Kh. Sh.², Candidate of Physical
and Mathematical Sciences, Associate Professor
¹Municipal Budgetary Educational Institution "Lyceum No. 52"
²Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper investigates the fundamental physical principles and biological mechanisms driving external respiration and gas diffusion in the human respiratory system. The biomechanics of pulmonary ventilation are examined in detail based on the gas laws of thermodynamics, alongside the kinetics of mass transfer of oxygen and carbon dioxide across the alveolar-capillary membrane. The coordinating role of the

central nervous system in maintaining gas homeostasis is described. The work demonstrates a profound interdisciplinary integration of gas physics and human respiratory physiology.

Keywords: physics of respiration, gas exchange, gas diffusion, Boyle's law, Fick's law, partial pressure, alveolus, hypothalamus.

Введение и актуальность исследования. Мы привыкли относиться к дыханию как к чему-то исключительно биологическому. Сделал автоматический вдох – получил порцию кислорода, сделал выдох – избавился от углекислого газа. Живой, безусловный рефлекс. Но если уйти от банальной анатомии и посмотреть на этот процесс глубже, то за каждым движением грудной клетки обнаруживается строгая, ювелирно точная физика. Весь наш респираторный аппарат буквально подчиняется законам классической механики, термодинамики и молекулярной диффузии [2]. Человеческий организм в данном контексте – это открытая физическая система. И она непрерывно обменивается веществом с окружающей средой, чтобы просто выжить.

Нам кажется, что рассматривать дыхание только на уроках биологии – это упущение. Именно на стыке двух наук рождается понимание того, как устроено тело. Обычное зазубривание названий органов не объясняет, почему газы вообще двигаются через живые ткани и преодолевают барьеры. Здесь работают те же законы, что и в лабораторных пробирках. Механика упругих деформаций и физика газов помогают понять, как наш организм подстраивается под нагрузки и почему происходят опасные сбои в дыхании. На стыке этих дисциплин мы и решили построить наше исследование.

Цель нашей работы – разобраться в физических законах, которые управляют вентиляцией лёгких, и понять биологические процессы, отвечающие за перенос газов в теле.

Для этого мы решали вполне конкретные задачи: разобрать биомеханику вдоха и выдоха как физический процесс, построенный на разности давлений; проанализировать, как молекулы проходят через альвеолярный барьер по законам диффузии [3]; изучить, как именно мозг и гипоталамус регулируют эти физические параметры; выявить прямую связь между состоянием воздушной смеси и насыщением нашей крови кислородом.

1. Биомеханика дыхания: вентиляция лёгких

Если мы говорим о том, как воздух попадает в лёгкие, то здесь имеет место классический закон *Бойля-Мариотта*. Из школьной физики все знают: *если масса газа и температура не меняются, то при увеличении объёма давление падает, а при уменьшении – растёт* [3]. Сама лёгочная ткань устроена

поразительно: в ней вообще нет собственных мышц. Лёгкие физически не способны сжаться или расшириться сами по себе. Они абсолютно пассивны и просто послушно следуют за деформацией грудной клетки [2].

Как же тогда происходит вдох? Наш мозг посылает сигнал, межреберные мышцы и диафрагма сокращаются, и объём грудной полости увеличивается. В этот же миг, повинаясь закону Бойля-Мариотта, давление внутри лёгочных пузырьков (альвеол) падает ниже атмосферного. Создаётся так называемое отрицательное давление - примерно на 2 миллиметра ртутного столба меньше, чем на улице. Возникает простая разница давлений. И воздух из окружающей среды сам устремляется в область, где ему свободнее, – то есть внутрь лёгких.

С выдохом ситуация переворачивается. Мышцы расслабляются, грудная клетка под собственным весом и за счёт эластичности самих лёгких опускается. Объём резко падает. Давление газов внутри альвеол подскакивает выше атмосферного на 3–4 миллиметра ртутного столба. Воздух буквально выталкивается наружу. Пока этот поток мчится по разветвлённым бронхам, возникает аэродинамическое сопротивление. Его физика полностью подчиняется законам гидродинамики: чем меньше просвет дыхательных путей и чем выше вязкость газа, тем больше сил организму приходится тратить на каждый цикл [1].

Ниже мы наглядно показали эту механику. На графике (рис.) видно, как объём и внутреннее давление в лёгких волнообразно сменяют друг друга.



Рис. Динамика внутриальвеолярного давления и объёма лёгких в процессе дыхательного цикла

2. Физические законы газообмена в альвеолах

Сам обмен газами – переход кислорода в кровь, а углекислого газа наружу – разворачивается в альвеолах. Это миллионы крошечных тонкостенных пузырьков, которые гроздьями оплетают капилляры. Суммарная площадь этого живого «полигона» у взрослого человека поражает – около 100–120 квадратных метров. Весь этот огромный поток молекул перемещается абсолютно пассивно. Организм не тратит на это ни капли энергии, всё работает строго по закону диффузии Фика

[3]. Скорость переноса газов зависит от площади контакта, разности давлений и толщины разделяющей мембраны. Чем мембрана тоньше, тем быстрее идёт процесс.

Главный мотор диффузии – это *парциальное давление*. Вспомним физический закон *Дальтона*: *парциальное давление – это то давление, которое создавал бы один конкретный газ, если бы он один занимал весь объём смеси* [3]. Молекулы газов всегда летят туда, где их собственное парциальное давление ниже.

Если посмотреть на этот микромир, физика процессов выглядит удивительно:

- *Кислород (O_2)*: в венозной крови, пришедшей к лёгким от уставших органов, давление кислорода низкое – где-то 40 мм рт. ст., а в воздухе внутри альвеолы оно высокое – около 100 мм рт. ст. Возникает мощный перепад давлений в 60 мм рт. ст. Этот градиент буквально силой проталкивает молекулы кислорода через мембрану толщиной всего в полмикрона. Кислород растворяется в плазме и мгновенно намертво связывается с гемоглобином эритроцитов [2].

- *Углекислый газ (CO_2)*: с ним ситуация гораздо интереснее. В венозной крови его давление составляет 46 мм рт. ст., а в альвеоле – 40 мм рт. ст. Перепад давлений мизерный, всего 6 мм рт. ст. По логике, диффузия должна идти очень медленно, но тут включается химический *закон Генри*: скорость прохождения газа через жидкость зависит от его природы. Углекислый газ растворяется в плазме крови в 20–25 раз лучше кислорода. Именно поэтому он буквально пролетает сквозь мембрану наружу с огромной скоростью даже при таком крошечном перепаде давлений [3].

Все эти соотношения давлений и векторов движения молекул для удобства восприятия мы объединили в итоговой таблице.

Таблица

Сводные параметры парциального давления газов на границе сред

Название газа	Давление в альвеолярном воздухе (лёгкие)	Давление в венозной крови (капилляры)	Физический градиент давлений Δp	Направление движения молекул
Кислород O_2	100 мм рт. ст.	40 мм рт. ст.	60 мм рт. ст.	Из лёгких в капиллярную кровь
Углекислый газ CO_2	40 мм рт. ст.	46 мм рт. ст.	6 мм рт. ст. (компенсируется высокой растворимостью по Генри)	Из венозной крови наружу в лёгкие

3. Биологические механизмы регуляции дыхания

Конечно, было бы ошибкой думать, что вся эта физика работает сама по себе, брошенная на самотёк. Живая биология жестко контролирует физические параметры каждую секунду. Наш организм непрерывно подстраивает вентиляцию под меняющиеся условия, чтобы сохранить постоянство внутренней среды – гомеостаза.

Главным командным пунктом здесь является дыхательный центр продолговатого мозга, работающий в тесной связке с вегетативными центрами *гипоталамуса* [2]. Эта система работает по классическому принципу обратной связи. В крупных сосудах, например в дуге аорты, стоят хеморецепторы – химические датчики. Они непрерывно проверяют кровь на уровень кислотности (рН) и давление газов. Что нас по-настоящему удивило: наш мозг реагирует не столько на нехватку кислорода, сколько на избыток углекислого газа. Стоит уровню CO_2 в крови чуть-чуть подскочить, датчики бьют тревогу и засыпают сигналами гипоталамус и дыхательный центр. Мозг мгновенно заставляет дыхательные мышцы работать активнее. Человек начинает дышать глубже и чаще, физическая вентиляция лёгких ускоряется, лишний углекислый газ вымывается, а физико-химический баланс крови приходит в норму [1].

Выводы. Исследование показало, что:

1. Механика дыхания (вдох и выдох) – это чистая биомеханика. Мышцы меняют объём грудной полости, что автоматически управляет давлением воздуха в альвеолах строго по *закону Бойля-Мариотта*.

2. Газообмен в капиллярах происходит пассивно по *закону диффузии Фика*. Главная движущая сила здесь – разность парциальных давлений. При этом углекислый газ выводится невероятно быстро из-за своей высокой растворимости по *закону Генри*.

3. Биологические системы (хеморецепторы, продолговатый мозг и гипоталамус) работают как умный контроллер. Они постоянно замеряют физические показатели крови и гибко меняют скорость и глубину дыхания ради выживания организма.

Литература

1. Агаджанян Н. А., Ткаченко Б. И. Физиология человека. - М.: Медицинская книга, 2001. – 528 с.
2. Физиология человека. Учебник для медицинских вузов / Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2007. – 656 с.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Физматлит, 2005. – 544 с.

**ФИЗИКА ОХЛАЖДЕНИЯ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕПЛООБМЕНА ЧЕЛОВЕКА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАСПИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ И ВЫСОКОГОРНОГО ДАГЕСТАНА**

*Алиева С. Х.¹, ученица 10 класса
Яхьяева Х. Ш.², канд. физ.-мат. наук, доцент*

Нуралиева С. С.¹, учитель физики

¹ГКОУ РД «Шавинская СОШ Цумадинского района»

*²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования физических принципов и биологических механизмов теплообмена человеческого организма на примере контрастных природных зон Республики Дагестан. Рассматривается ключевой способ терморегуляции в летний период – испарение пота. Проведён сравнительный анализ факторов среды, влияющих на охлаждение тела на побережье Каспийского моря (низменная зона) и в высокогорных районах республики. Выявлено, что низкая влажность и пониженное атмосферное давление делают теплообмен в горах Дагестана более интенсивным, в то время как высокая влажность Прикаспийской низменности затрудняет испарение влаги. Даются практические рекомендации для жителей и туристов региона по предотвращению перегрева.

Ключевые слова: теплообмен, испарение пота, терморегуляция, Дагестан, Каспийское море, высокогорье, гипоталамус.

**THE PHYSICS OF COOLING: EVALUATING HUMAN HEAT EXCHANGE
EFFICIENCY UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE CASPIAN
COAST AND HIGHLAND DAGESTAN**

*Alieva S. Kh.¹, 10th grade student
Yakhyaeva Kh. Sh.², Candidate of Physical
and Mathematical Sciences, Associate Professor*

Nuralieva S. S.¹, Physics Teacher

*¹State Budgetary Educational Institution of the Republic
of Dagestan "Shavinskaya Secondary School of the Tsumadinsky District"*

*²Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper presents the findings of a study on the physical principles and biological mechanisms of heat exchange in the human body, using the contrasting natural zones of the Republic of Dagestan as an example. Sweat evaporation, a key mechanism of thermoregulation during the summer period, is examined. A comparative analysis of environmental factors affecting body cooling on the Caspian Sea coast (lowland zone) and in the highland regions of the republic was conducted. It was revealed that low humidity and reduced atmospheric pressure render heat exchange in the mountains of Dagestan more intensive, whereas the high humidity of the Caspian Lowland hinders moisture evaporation. Practical recommendations are provided for local residents and tourists in the region to prevent overheating.

Keywords: heat exchange, sweat evaporation, thermoregulation, Dagestan, Caspian Sea, highlands, hypothalamus.

Актуальность исследования. Республика Дагестан уникальна своим климатическим разнообразием. В летний сезон мы наблюдаем резкий контраст между душливой жарой на побережье Каспийского моря и сухим прохладным воздухом высокогорья [1]. Поддержание постоянной температуры тела (около 36,7 °C) в условиях дагестанского лета требует от организма максимальной активации систем терморегуляции, где ключевую роль играет потоотделение.

В связи со стремительным развитием туризма в регионе, когда отдыхающие за один день перемещаются из дербентских или махачкалинских пляжей в горные районы (Хунзах, Гуниб, Тлярата), возникает научно-практическая необходимость изучить, как меняется теплообмен человека. Непонимание физических законов испарения влаги в разных высотных зонах Дагестана может привести к тепловым ударам и критическому обезвоживанию организма.

Цель нашего исследования – оценить и сравнить эффективность теплообмена и испарения пота у человека в климатических условиях Каспийского побережья и горных районов Дагестана.

Задачи исследования: изучить физические пути теплоотдачи организма человека [3]; разобрать биологический механизм регуляции потоотделения гипоталамусом; выявить факторы, влияющие на теплообмен в условиях высокой влажности Каспия; исследовать особенности испарения пота в условиях высокогорного Дагестана; формулировать правила безопасного нахождения в данных климатических зонах.

Человеческий организм непрерывно выделяет тепло в окружающую среду четырьмя физическими способами [3]:

1. *Теплопроводение (кондукция)* – прямая передача энергии при контакте с воздухом, одеждой или водой;

2. *Конвекция* – перенос тепла движущимся воздухом. Нагретый у кожи слой замещается более прохладным (например, во время дующего с Каспия ветра);

3. *Теплоизлучение* – излучение инфракрасных волн с поверхности кожи. Обеспечивает до 60% теплоотдачи в комфортных условиях;

4. *Испарение* – переход влаги из жидкого состояния в пар с поверхности кожи.

Однако все первые три механизма мгновенно ломаются, как только столбик термометра подползает к отметке в 36–37 °С. Если на улице (например, в районе раскаленного бархана Сарыкум) становится жарче, чем внутри нас, теплопроводность и излучение больше не работают. Организм начинает не отдавать, а наоборот, впитывать внешнее тепло. В этот критический момент у человека остается всего один-единственный путь к спасению от смертельного перегрева – испарение пота [4].

Динамика этого процесса и то, как именно перестраиваются пути охлаждения нашего тела при сильной жаре, наглядно отражены на графике теплового баланса (рис.1).

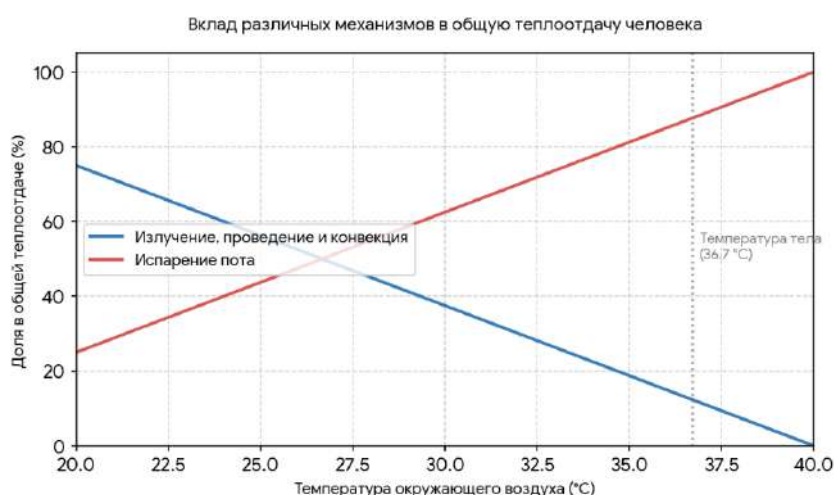


Рис. 1. Динамика изменения структуры путей теплоотдачи организма человека при повышении температуры внешней среды

Для перехода жидкости в пар требуется тепловая энергия, которая отбирается непосредственно от кожи. Важнейшим параметром процесса является *удельная теплота парообразования*. Для воды она составляет примерно $2,26 \cdot 10^2$ Дж/кг [4]. Скорость испарения напрямую зависит от относительной влажности воздуха. Если воздух перенасыщен влагой, пот просто стекает каплями, не принося прохлады.

Процесс терморегуляции управляется нервной системой. Когда рецепторы кожи фиксируют перегрев, сигнал поступает в головной мозг – в *гипоталамус* [3]. Он активирует более 2 миллионов потовых желёз. Выделившийся пот (98% воды и около 2% солей и мочевины) испаряется, охлаждая поверхностные сосуды кожи. Охлаждённая кровь возвращается к внутренним органам, понижая общую

температуру тела. В сильную жару человек может выделять до 1,5–3 литров пота в час [2].

Мы провели сравнительный анализ теплообмена: Каспийское побережье – Высокогорный Дагестан. Природные зоны Дагестана создают абсолютно разные условия для испарения пота (см. таблицу).

Таблица

**Факторы влияния на теплообмен человека
в климатических зонах Дагестана**

Климатическая зона Дагестана	Факторы, усиливающие теплообмен	Факторы, затрудняющие теплообмен
Каспийское побережье (Махачкала, Дербент, Каспийск)	Дневные морские бризы (ускоряют движение воздуха и конвекцию). Огромная теплоёмкость Каспийского моря (сглаживает резкие ночные перепады температур).	Высокая относительная влажность (70–90%) (воздух насыщен паром, пот плохо испаряется). Отражение солнечных лучей от водной глади и песчаных пляжей (усиливает нагрев кожи).
Высокогорный Дагестан (районы на высоте >2000 м)	Низкая влажность воздуха (30–50%) (пот испаряется мгновенно). Пониженное атмосферное давление (облегчает переход Жидкости в пар). Постоянные горно-долинные ветра.	Повышенный уровень УФ-излучения (высокий риск солнечных ожогов). Резкие перепады температур между днём и ночью. Высокогорная гипоксия (нехватка кислорода снижает выносливость) [1]

Для более наглядной визуализации метеорологических различий между низменными и высокогорными районами республики нами была построена сравнительная диаграмма ключевых факторов теплообмена (рис. 2).



Рис. 2. Сравнительный анализ метеорологических факторов и итоговой эффективности испарения пота на Каспийском побережье и в Высокогорном Дагестане

В июле и августе на побережье Каспийского моря из-за активного испарения воды воздух становится тяжелым и липким. Относительная влажность часто подскакивает до 80–90%. В таких условиях даже при умеренных 30 °С на набережной Махачкалы человеку кажется, что он находится в бане. Основной спасительный механизм – испарение – буксует. Пот не успевает переходить в газ, одежда мгновенно намокает и создает вокруг тела удушливый парниковый эффект. Ситуацию слегка спасают только морские бризы, которые механически сдувают застойный влажный микрослой воздуха у кожи.

В горах Дагестана физика процессов переворачивается. Поднимемся, к примеру, в Гуниб или к самому высокогорному селу Европы – Курушу (2560 м над уровнем моря). Воздух здесь сухой, влажность редко превышает 40%. Пот, едва появившись на коже, исчезает практически мгновенно. Человек идет в гору, совершает тяжелую работу, но его кожа остается визуально сухой. Охлаждение идет на максимальных оборотах.

Этому сильно помогает и низкое атмосферное давление высокогорья. Молекулам воды гораздо проще оторваться от кожи, ведь разреженный воздух не давит на них с прежней силой [4]. Но есть и скрытые ловушки. На высотах больше 2500 метров из-за нехватки кислорода (гипоксии) сердце и легкие работают на пределе. Организм тратит слишком много сил на дыхание, из-за чего его общие адаптационные и терморегуляторные резервы начинают истощаться [1].

В горах Дагестана теплообмен человеческого тела протекает гораздо интенсивнее и эффективнее, чем на Каспийском побережье. Главная причина – сухой воздух и низкое давление, активизирующие быстрое испарение пота.

На побережье Каспия высокая влажность воздуха (до 90%) тормозит испарение пота – основной естественный механизм охлаждения.

При резком перемещении из приморских районов Дагестана в горные (и наоборот) организму требуется время на климатическую адаптацию.

Практические рекомендации для Дагестана

Для отдыхающих на Каспии: избегать плотной синтетической одежды. На побережье обязательно используйте солнцезащитные тенты: вода сильно отражает солнечные лучи, увеличивая риск ожогов и перегрева. Постоянно обтирать кожу сухим полотенцем, помогая удалению неиспарившегося пота.

Для путешественников в горах: из-за незаметного, но сверхинтенсивного испарения пота в сухом горном воздухе Дагестана высок риск скрытого обезвоживания. Необходимо пить чистую воду порциями по 150–200 мл каждые полчаса [2]. Также важно брать с собой тёплые вещи из-за резкого ночного похолодания, свойственного горному климату.

Литература

1. Агаджанян Н. А., Трошин В. И. Физиология человека и экология климата. – М.: Крук, 2011. – 256 с.
2. Всемирная организация здравоохранения. Рекомендации по предотвращению негативного воздействия сильной жары на здоровье. – ВОЗ, 2021. — 12 с.
3. Физиология человека. Учебник для медицинских вузов / Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2007. – 656 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Физматлит, 2005. – 544 с.

УДК 536.2

БИОФИЗИКА ТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ТКАНЕЙ: РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В РАЗВИТИИ И ЛЕЧЕНИИ ОЖОГОВ

Маммацаева А. З.¹, ученица 9 класса

Яхьяева Х. Ш.², канд. физ.-мат. наук, доцент

Бахмудова С. А.¹, учитель физики

¹МБОУ «Гимназия 17» им. С.М. Ильсова, г. Махачкала, Россия

*²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В статье исследуются физические принципы термического повреждения тканей человека и роль физических факторов в процессах их последующего восстановления. Рассмотрен механизм денатурации белковых макромолекул при ожогах с позиции термодинамики и кинетики теплопередачи. Проанализирована динамика электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости эпидермиса при тепловой травме. Представлено детальное физико-техническое обоснование современных терапевтических методов, применяемых для лечения ожоговых ран и реабилитации пациентов, включая лазерный фототермолиз, криодеструкцию, ультрафиолетовое облучение и лекарственный электрофорез.

Ключевые слова: биофизика кожи, термический ожог, денатурация белка, количество теплоты, импеданс, лазерная терапия, криодеструкция, электрофорез.

BIOPHYSICS OF THERMAL TISSUE DAMAGE: THE ROLE OF PHYSICAL LAWS IN THE DEVELOPMENT AND TREATMENT OF BURNS

*Mammatsaeva A. Z.¹, Student of 9 grade
Yakhyaeva Kh. Sh.², Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor*

*Bakhmudova S. A.¹, Physics Teacher
¹Municipal Budgetary Educational Institution
“Gymnasium 17” named after S.M. Ilyasov, Makhachkala, Russia
²Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper explores the physical principles of thermal tissue damage in humans and the role of physical factors in their recovery processes. The mechanism of protein macromolecule denaturation during burns is examined from a thermodynamic and heat transfer kinetics perspective. The dynamics of electrical resistance and dielectric permittivity of the epidermis during thermal trauma are analyzed. A detailed physical and technical rationale for modern therapeutic methods used to treat burn wounds and rehabilitate patients, including laser photothermolysis, cryodestruction, ultraviolet radiation, and drug electrophoresis, is presented.

Keywords: skin biophysics, thermal burn, protein denaturation, amount of heat, impedance, laser therapy, cryodestruction, electrophoresis.

Актуальность исследования. Ожоговая травма остается одной из самых сложных областей современной медицины. Ежедневно покровные ткани человека подвергаются риску воздействия экстремальных температур в быту и на производстве. Традиционно патогенез ожогов и методы их ведения рассматриваются исключительно в клиническом аспекте. Однако в основе как повреждения живых тканей, так и современных методов их восстановления лежат фундаментальные законы физики. Понимание кожи как открытой гетерогенной термодинамической системы и проводника электрического тока позволяет глубже изучить кинетику термического разрушения клеток и научно обосновать параметры терапевтического воздействия аппаратной медицины [3]. Данный междисциплинарный подход на стыке биофизики и комбустологии обуславливает актуальность нашей работы.

Цель нашего исследования – изучить физико-химические принципы повреждения кожных покровов при термическом воздействии, выявить изменение электродинамических свойств тканей при ожогах и систематизировать физические методы их лечения.

Задачи исследования: изучить термодинамическую модель термического ожога и механизм теплопередачи в тканях; проанализировать изменение электрического сопротивления слоев кожи при тепловой травме; рассмотреть физические принципы работы терапевтических приборов, применяемых в ожоговой медицине; оценить статистические показатели распространенности повреждений кожи в РФ для обоснования практической значимости работы.

1. Физика термических ожогов: термодинамика повреждения тканей

С точки зрения физики, тепловой ожог – это локальный процесс резкого нарушения термодинамического равновесия биологической системы [3]. При контакте кожи с высокотемпературным агентом происходит передача тепла посредством теплопроводности и конвекции. Количество переданной энергии описывается классическим заданным уравнением теплового баланса:

$$Q = ct\Delta T,$$

где: c – удельная теплоемкость тканей, m – масса пораженного участка, ΔT – изменение температуры.

Динамика проникновения тепловой энергии в глубокие слои кожи (x) в зависимости от времени контакта (t) и коэффициента теплопроводности ткани подчиняется закону теплопроводности Фурье.

На рисунке наглядно представлена зависимость температуры ткани от глубины при кратковременном и длительном воздействии внешнего источника тепла. График наглядно иллюстрирует, что при достижении критического порога в 45°C на определенной глубине запускаются необратимые процессы денатурации биополимеров.

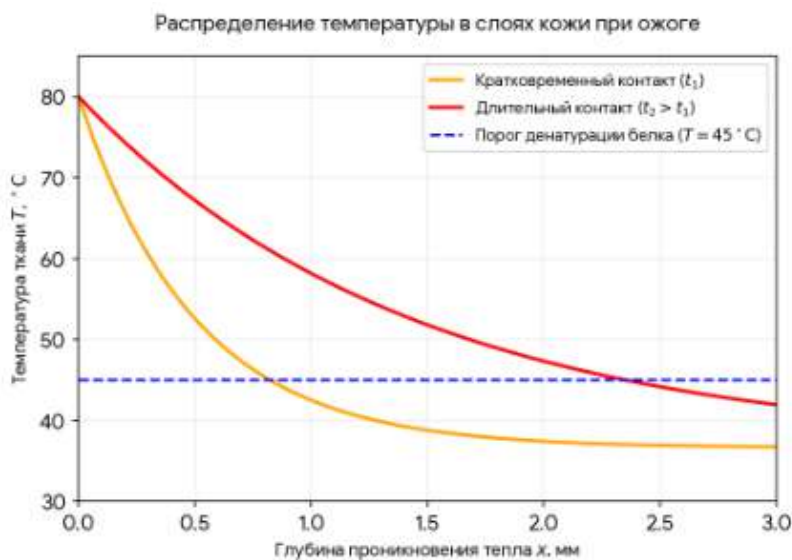


Рис. Распределение температуры в слоях кожи при ожоговой травме в зависимости от времени теплового контакта

При поглощении избыточной тепловой энергии кинетическая энергия молекул резко возрастает, вызывая интенсивные хаотические колебания. Когда температура ткани превышает критический физиологический порог (42–45°C), прочности внутримолекулярных связей становится недостаточно [3]. Начинается процесс денатурации – разрушение четвертичной, третичной и вторичной структур белковых молекул без изменения первичной пептидной цепи. Ткани теряют свои биологические функции, формируется зона коагуляционного некроза. Глубина ожога напрямую зависит от времени контакта и коэффициента теплопроводности среды, определяющего скорость проникновения теплового фронта в дерму.

2. Электродинамические свойства кожи при ожоговых травмах

Живая кожа является неоднородным (гетерогенным) проводником электрического тока. Наибольшим электрическим сопротивлением обладает роговой слой эпидермиса [3]. Общее сопротивление (импеданс) кожи складывается из активного сопротивления тканей и емкостного сопротивления клеточных мембран, выполняющих роль микроконденсаторов.

При термическом повреждении физико-химическое состояние тканей резко меняется. В момент ожога происходит мгновенное разрушение клеточных мембран (тепловой лизис), что ведет к выходу внутриклеточного содержимого в межклеточное пространство. Концентрация свободных ионов в зоне поражения резко возрастает из-за массового выхода ионов калия. Физическим следствием этого процесса является резкое падение электрического сопротивления кожи в зоне коагуляции [3]. В последующем, при развитии посттравматического отека, межклеточные пространства заполняются экссудатом, богатым электролитами, что удерживает сопротивление на низком уровне. Измерение импеданса позволяет бесконтактно и точно определять границы жизнеспособных тканей при глубоких ожогах.

3. Статистический анализ ожогового травматизма в РФ

Для оценки масштаба проблемы и её актуальности в молодежной среде нами были изучены официальные отчеты комбустиологической службы Министерства здравоохранения Российской Федерации. Ожоговая травма прочно удерживает лидирующие позиции в структуре общего травматизма, на её долю приходится около 6–7,5% от общего числа всех травм по стране [1].

Согласно последним статистическим материалам профильной комиссии Минздрава РФ, в стране фиксируется устойчивый тренд на снижение общего числа пострадавших с термическими и химическими ожогами [2]. Общее количество зарегистрированных случаев среди взрослого населения снизилось до уровня 203,9 тысяч человек. В то же время показатели травматизма среди

детского населения в течение последних лет остаются стабильно высокими и зафиксированы на отметке около 48,5 тысяч детей в год [1].

Из общего числа пострадавших госпитализация на специализированные ожоговые койки ежегодно требуется примерно 40 тысячам пациентов [2]. При этом у детей термические поражения протекают значительно тяжелее. Это напрямую связано с анатомо-физиологическими особенностями: у детей роговой слой эпидермиса тоньше, а общая теплопроводность кожных покровов ближе к подлежащим тканям. В результате одинаковое по времени и температуре тепловое воздействие вызывает у ребенка гораздо более глубокий ожог и некроз тканей, чем у взрослого [1].

4. Физические методы лечения в ожоговой медицине

Восстановительный этап и реабилитация после ожогов полностью опираются на законы волновой оптики, термодинамики и электродинамики при создании терапевтических приборов. Рассмотрим физические механизмы работы основных клинических методик.

Лазерная терапия. В борьбе с послеожоговыми рубцами применяется фракционный фототермолиз [4]. Высокоинтенсивный лазерный луч точечно поглощается хромофорами кожи. Энергия света мгновенно переходит в тепловую, вызывая испарение (абляцию) клеток жесткой рубцовой ткани. С точки зрения физики, создание тысяч микроскопических зон термического повреждения запускает процесс контролируемой регенерации: организм начинает бурно вырабатывать молодой коллаген, что разглаживает рубец и возвращает тканям эластичность.

Лекарственный электрофорез. Данный метод основан на явлении электролитической диссоциации и миграции заряженных частиц под действием внешней силы Кулона [5]. На поврежденный участок кожи накладывается раствор ферментов (например, лидазы). Слабый постоянный электрический ток заставляет ионы лекарственного вещества двигаться вдоль силовых линий поля. Электрическое поле позволяет доставить молекулы препарата глубоко в плотные слои рубцовой ткани через протоки желез, чего невозможно добиться обычным нанесением мазей. Лекарство расщепляет избыточный коллаген, снимая натяжение кожи.

Ультрафиолетовое облучение (УФО). В комбустиологии активно используются бактерицидные свойства коротковолнового ультрафиолетового излучения (длина волны 254–311 нм) [4]. Кванты света, проникая в ожоговую рану, поглощаются молекулами ДНК и РНК патогенных микроорганизмов. Энергия фотонов вызывает разрывы в цепочках нуклеиновых кислот бактерий, полностью блокируя их деление. Физическое уничтожение микрофлоры защищает рану от инфицирования и ускоряет естественную эпителизацию.

Криодеструкция. Метод базируется на законах фазового перехода веществ при сверхнизких температурах [4, 5]. При локальном нанесении жидкого азота (температура кипения -196°C) происходит лавинообразный отвод тепла от тканей. Вода, находящаяся внутри клеток рубца, мгновенно переходит из жидкого состояния в твердое. Возникающие кристаллы льда имеют большой объем и острые грани, которые физически разрушают клеточные мембранные барьеры и капилляры патологической ткани. В результате избыточный рубец отмирает, уступая место здоровому эпидермису.

Проведенное исследование наглядно демонстрирует неразрывную связь физических процессов и медицины. Термический ожог представляет собой разрушение биоструктур вследствие превышения термодинамического порога устойчивости молекул. Ожоговая травма напрямую меняет электродинамические константы кожи, что служит важным диагностическим маркером для определения глубины некроза [3]. В свою очередь, направленное использование физических факторов - от квантов лазерного излучения до энергии электрического тока - позволяет эффективно восстанавливать барьерную функцию кожи, делая аппаратную физиотерапию незаменимым инструментом в лечении ожогов и реабилитации пациентов [4].

Литература

1. Алексеев А. А., Тюрников Ю. И. Современное состояние комбустиологии в России // Сборник тезисов VII съезда комбустиологов России. – М.: Мир без ожогов, 2025. – С. 5–12.
2. Алексеев А. А., Тюрников Ю. И. Анализ показателей оказания медицинской помощи пострадавшим от ожогов в Российской Федерации // Комбустиология (электронное издание). – 2024. – № 68.
3. Антонов В. Ф., Черныш А. М., Козлова Е. К., Коржуев А. В. Физика и биофизика: учебник для вузов / под ред. В. Ф. Антонова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 472 с.
4. Пономаренко Г. Н. Общая физиотерапия: учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2025. – 368 с.
5. Боголюбов В. М. Техника и методика физиотерапевтических процедур: Справочник. – М.: БИНОМ, 2019. – 464 с.

УДК 535.8

**ГАЗОВЫЕ ЛАЗЕРЫ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ: УСТРОЙСТВО,
ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

*Гереев М. Э., студент СД МК, 1 курс
Атлуханова Л. Б., канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский
университет», г. Махачкала, Россия
e-mail: rasukgereev731@gmail.com
e-mail: bremovna77@mail.ru*

Аннотация. В статье представлен обзор газовых лазеров – важного класса устройств, применяемых в науке, промышленности и медицине. Рассмотрены история создания, физические основы работы и ключевые компоненты. Проанализированы характеристики гелий-неонового (He-Ne) и углекислотного (CO₂) лазеров. Особое внимание уделено медицинскому применению: хирургия, офтальмология, дерматология, косметология, физиотерапия. Дополнительно рассмотрены современные направления – использование лазеров в фармацевтике (сверление таблеток, защита от подделок), пищевой промышленности (антимикробная обработка, перфорация упаковки), неразрушающем контроле качества, а также съедобные микролазеры. Обсуждены преимущества и ограничения газовых лазеров, перспективы развития и сравнение с полупроводниковыми аналогами.

Ключевые слова: газовый лазер, гелий-неоновый лазер, углекислотный лазер, инверсия населённости, оптический резонатор, лазерная хирургия, офтальмология, дерматология, когерентность, съедобные лазеры.

GAS LASERS IN MODERN MEDICINE: DESIGN, OPERATING PRINCIPLES AND CLINICAL APPLICATIONS

*Gereev M. E., Student of SD MK, 1st year
Atlukhanova L. B., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Dagestan State Medical University
Makhachkala, Russia*

Abstract. The article provides an overview of gas lasers, an important class of devices used in science, industry, and medicine. The history, physical principles of

operation, and key components are discussed. The characteristics of helium-neon (He-Ne) and carbon dioxide (CO₂) lasers are analyzed. Special attention is paid to medical applications: surgery, ophthalmology, dermatology, cosmetology, and physiotherapy. Additionally, current trends are considered – the use of lasers in pharmaceuticals (tablet drilling, anti-counterfeiting), the food industry (antimicrobial treatment, packaging perforation), non-destructive quality control, as well as edible microlasers. The advantages and limitations of gas lasers, development prospects, and a comparison with semiconductor lasers are discussed.

Keywords: gas laser, helium-neon laser, carbon dioxide laser, population inversion, optical resonator, laser surgery, ophthalmology, dermatology, coherence, edible lasers.

Введение. Лазерные технологии стали неотъемлемой частью современной медицины. Среди множества типов лазеров именно газовые лазеры занимают особое место благодаря уникальному сочетанию свойств: высокой монохроматичности, когерентности, стабильности выходных параметров и возможности генерации излучения в широком диапазоне длин волн. Настоящая статья подготовлена студентом медицинского колледжа с целью систематизации знаний о газовых лазерах, их устройстве и практическом применении в клинических дисциплинах. Кроме того, в работе рассмотрены расширенные области применения лазеров – в фармацевтике и контроле качества продуктов, что демонстрирует потенциал лазерных технологий для профилактики и охраны здоровья.

1. История возникновения и физические основы работы газовых лазеров

Первые газовые лазеры были созданы в 1960-х годах. Гелий-неоновый (He-Ne) и углекислотный (CO₂) лазеры заложили фундамент для развития мощных и стабильных источников когерентного света [2]. Основой работы любого газового лазера является создание инверсии населённости энергетических уровней в газовой среде. При внешнем возбуждении (электрическом разряде) атомы или молекулы газа переходят в возбуждённое состояние. При спонтанном или вынужденном переходе в нижележащее состояние испускается фотон, который, в свою очередь, стимулирует излучение других атомов. Возникает цепной процесс, формирующий когерентный, узконаправленный световой пучок высокой интенсивности [3].

2. Ключевые компоненты газового лазера

Любой газовый лазер состоит из трёх основных элементов:

1. Рабочая газовая смесь (например, He:Ne в соотношении 10:1) определяет длину волны и мощность излучения.

2. Оптический резонатор (обычно два зеркала) обеспечивает многократное усиление света и формирует направленный луч.
3. Система возбуждения (источник высокого напряжения) поддерживает инверсию населённости [1].

3. Основные типы газовых лазеров и их характеристики

Наиболее распространёнными в медицине являются два типа газовых лазеров.

Гелий-неоновый лазер (He-Ne): излучает в красном диапазоне (длина волны 632,8 нм), мощность от 1 до 100 мВт. Характеризуется высокой стабильностью спектра и чистотой луча. В гелий-неоновом лазере энергия от возбуждённого гелия передаётся неону, что обеспечивает эффективную инверсию населённости [1].

Углекислотный лазер (CO₂): работает в инфракрасном диапазоне (9–11 мкм), мощность может достигать десятков киловатт. Применяется там, где требуется высокоэнергетическое воздействие на ткани [3].

4. Свойства излучения газовых лазеров

Излучение газовых лазеров отличается:

- высокой монохроматичностью (узкая спектральная линия)
- пространственной и временной когерентностью
- стабильностью мощности при длительной работе;
- возможностью тонкой настройки длины волны.

Оптический резонатор не только усиливает свет, но и повышает монохроматичность, селективно поддерживая определённые длины волн [2].

5. Применение газовых лазеров в медицине

Хирургия. CO₂-лазеры обеспечивают бескровные разрезы, одновременно стерилизуя края раны, что снижает риск инфекций и ускоряет заживление. Глубина воздействия контролируется, что минимизирует повреждение окружающих тканей [4].

Офтальмология. Газовые лазеры применяются для коррекции зрения, операций на роговице и лечения глаукомы (снижение внутриглазного давления). Быстрая реабилитация пациентов подтверждает эффективность этих методов [5].

Дерматология и косметология. Удаление доброкачественных новообразований, шлифовка кожи, коррекция рубцов и отбеливание – всё это стало возможным благодаря точному контролю глубины воздействия CO₂-лазеров [1].

Физиотерапия. He-Ne лазеры ускоряют заживление ран, уменьшают воспаление, стимулируют микроциркуляцию крови и клеточную регенерацию. Они эффективны при лечении трофических язв и хронических заболеваний [5].

5.1. Лазеры в фармацевтике, пищевой промышленности и контроле качества (на страже здоровья)

Помимо прямой терапии, лазерные технологии играют важную роль в создании лекарств, продлении срока годности продуктов и неразрушающем контроле.

Создание лекарств с контролируемым высвобождением (Laser Drilling):

Лазером прожигают микроскопические отверстия строго заданного диаметра в оболочке таблетки. Это позволяет активному веществу выходить с постоянной скоростью. Современные установки (например, TD-140) сверлят до 140 000 таблеток в час, используя машинное зрение [7].

Защита от подделок: Лазерная маркировка и гравировка на блистерах и таблетках (коды, логотипы) наносятся газовыми лазерами и не могут быть стёрты механически [7].

Антимикробная обработка в пищевой промышленности: Низкоинтенсивные лазеры инактивируют бактерии на поверхности продуктов без нагрева, что не портит продукт [8].

Лазерная перфорация упаковки: Микроотверстия в упаковочной пленке регулируют газообмен (кислород/углекислый газ), замедляя гниение фруктов и овощей [9].

Съедобные микролазеры (инновация): Созданы из желатина, витамина B2, оливкового масла и хлорофилла. Такие лазеры меняют спектр свечения в зависимости от pH, роста бактерий или температуры, позволяя «сканировать» свежесть продукта без вскрытия упаковки [10].

Неразрушающий контроль качества: Лазерное обратное рассеивание используется для быстрой оценки качества зерна, фруктов и мяса на конвейере, отбраковывая опасные партии [3].

6. Безопасность и тепловые режимы

Работа с газовыми лазерами требует строгого соблюдения мер безопасности: обязательное использование защитных очков, исключение попадания луча на кожу, эффективная вентиляция помещения. Для маломощных установок достаточно воздушного охлаждения, для мощных CO₂-лазеров необходимо водяное охлаждение, обеспечивающее стабильность теплового режима [4].

7. Преимущества и ограничения

Преимущества: высокая стабильность и долговечность (эталон надежности), низкие эксплуатационные расходы, минимальное охлаждение, стерильность воздействия, точный контроль дозировки энергии.

Недостатки: необходимость специализированного оборудования и квалифицированного обслуживания, относительно высокие затраты на эксплуатацию, ограниченная мощность у некоторых типов [6].

8. Сравнение с полупроводниковыми лазерами

Газовые лазеры превосходят полупроводниковые по спектральной стабильности и когерентности, что критически важно для медицинских приложений (хирургия, фотодинамическая терапия). Однако полупроводниковые лазеры выигрывают в компактности и низкой стоимости, что делает их предпочтительными для портативных устройств и массового производства [6].

Заключение

Газовые лазеры, несмотря на конкуренцию со стороны твердотельных и полупроводниковых аналогов, сохраняют ключевые позиции в современной медицине. Их способность обеспечивать точный контроль параметров излучения, высокая стабильность и предсказуемость результатов делают их незаменимыми в хирургии, офтальмологии, дерматологии и физиотерапии. Дальнейшее развитие связано с интеграцией систем дистанционного управления, совершенствованием охлаждения и автоматизацией контроля параметров. Расширение применения лазеров в фармацевтике (сверление таблеток, защита от подделок) и пищевых технологиях (съедобные сенсоры, антимикробная обработка) открывает новые горизонты для профилактической медицины и контроля качества продуктов, что напрямую способствует охране здоровья населения.

Литература

1. Иванов А.В. Лазерные технологии в медицине: учебное пособие. — М.: Медицина, 2018. — 200 с.
2. Ильченко Н.Г. Газовые лазеры: теория и практика. — М., 2018. — 210 с.
3. Петров А.В. Лазерная техника: учебное пособие. — СПб., 2020. — 185 с.
4. Петров Б.С. Газовые лазеры и их применение в хирургии // Журнал медицинской техники. — 2020. — №4. — С. 45–52.
5. Сидоров К.Н. Лазерные методы диагностики и лечения. — Екатеринбург: УрФУ, 2023. — 120 с.
6. Сидоров В.Н. Полупроводниковые лазеры: основы и практика. — СПб.: Наука, 2017. — 160 с.
7. Иванова Т.П. Лазерное сверление таблеток: технологии и контроль качества // Фармацевтическая инженерия. — 2021. — №3. — С. 24–30.

8. Морозов А.А. Антимикробное действие низкоинтенсивного лазерного излучения на пищевых продуктах // Пищевая безопасность. — 2022. — №2. — С. 55–61.
9. Lee J., Kim S. Laser perforation technology for modified atmosphere packaging // Food Packaging and Shelf Life. — 2021. — Vol. 28. — P. 100654.
10. Tang Y., Liu Z. Edible microlasers for smart food sensing // Nature Food. — 2022. — Vol. 3. — P. 456–462.

УДК 37.47

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДРУГИХ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПОАНО «НИК» ПРИ РАЗЛИЧНОЙ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ**

*Асельдерова С. И., студентка 1 курса
«Сестринское дело»
Алиева З. А., преподаватель
ПОАНО «Национальный инновационный колледж»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. Эффективные мероприятия по организации труда обучающихся должны вытекать из понимания общих физиологических закономерностей, характеризующих функциональное напряжение различных систем организма в процессе умственной деятельности. Исследование этих процессов является весьма актуальным, так как может приблизить нас не только к пониманию механизмов утомления, но и к диагностике его начальных признаков при занятиях.

Ключевые слова: обучающиеся, утомляемость, внимание, память, отдых, умственная работа.

**STUDY OF THE DYNAMICS OF WORKING CAPACITY AND OTHER
PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE BODY OF STUDENTS OF POANO
"NIK" UNDER VARIOUS INTELLECTUAL LOADS**

*Aselderova S. I., Students 1st year of Nursing
Aliyeva Z. A., Lecturer
POANO "National Innovative College"
Makhachkala, Russia*

Abstract. Effective measures for organizing students' work should be based on an understanding of the general physiological patterns that characterize the functional stress of various body systems during mental activity. Research into these processes is highly relevant, as it can help us not only understand the mechanisms of fatigue, but also diagnose its early signs during classes.

Keywords: students, fatigue, attention, memory, rest, mental work.

Современный темп жизни предъявляет повышенные требования к интеллекту и здоровью личности, особенно для молодежи, вступающей в производственный возраст.

Совершенствование физиологических систем растущего и развивающегося организма в процессе всестороннего воспитания и обучения, а также разработка путей и средств сохранения высокой работоспособности обучающихся в течение разных видов их деятельности составляют важнейшую проблему гигиены, педагогики и психологии.

Эффективные мероприятия по организации труда обучающихся должны вытекать из понимания общих физиологических закономерностей, характеризующих функциональное напряжение различных систем организма в процессе умственной деятельности [3].

Поэтому разработка критериев умственного напряжения и напряженности умственного труда, на Всесоюзном симпозиуме "Физиологическая характеристика умственного и творческого труда" была выдвинута в качестве задачи первостепенного значения.

Для выполнения различных учебных и производственных нагрузок и многих спортивных упражнений, обычно требуемых сохранение работоспособности на оптимальном уровне в течение более или менее длительного промежутка времени.

Считается, что утомление – это вызванное работой временное снижение уровня работоспособности, проходящее после отдыха [2].

Исследование этих процессов является весьма актуальным, так как может приблизить нас не только к пониманию механизмов утомления, но и к диагностике его начальных признаков при занятиях, в производственных условиях, во время спортивной деятельности, тогда, когда снижения работоспособности еще не наблюдается.

Исследования были проведены на юношах 16 – 18 лет. Имея в руках методику, позволяющую определять начальные признаки утомления, мы поставили перед собой задачу выяснить возрастные особенности, характеризующие первую

фазу утомления, во время которой не регистрируется еще снижение работоспособности [1].

При проведении исследований перед нами поставлены следующие задачи: определить динамику работоспособности обучающихся в течение недели, месяца и выявить влияние доз умственной нагрузки на утомление обучающихся ПОАНО «НИК».

Выполнение работы по таблицам Анфимова В.Я. в модификации А.Н. Кабанова заключается в следующем. Дается 2 задания, каждые по 2 мин. Первое задание – простое, второе – с введением тормозного агента. Обучающимся раздаются таблицы. Перед выполнением задания дается указание: "Просматривая строчки слева направо, как при чтении книги, вычеркивается буква "А".

Буква выбирается из букв, имеющихся в таблице. Не рекомендуется лишь давать букву "С", т.к. наблюдения показывают, что в этом случае ускоряется темп работы и улучшается ее качество по сравнению с заданиями, связанными с вычеркиванием других букв. Буква пишется экспериментатором на доске, а затем стирается. Одновременно с сигналом "Начинаем вычеркивать" включается секундомер, через 2 мин. работа прекращается, и учащиеся в месте окончания работы ставят скобку.

После этого дается второе задание, которое выполняется от скобки: Продолжайте вычеркивать букву "А", если после "А" стоит буква "К", то "А" не вычеркивается. Вторая буква (тормоз) выбирается также произвольно. При этом тормоз стоит или перед, или после вычеркиваемой буквы, как предлежит экспериментатор. Задание пишется на доске, а затем стирается. Через 2 мин. после окончания работы ставится скобка.

Таблица I

**Показатели умственной работоспособности зависимости
от сочетания занятий**

№	Дни недели	Кол-во обследо- ванных обучаю- щихся	До начала занятий	После I-й пары	После II- пары	После III- пары	После IV пары
			Количество просмотренных знаков				
1	Понедельник	10	86,2	112,0	112,0	114,2	115,2
2	Вторник	10	96,8	108,2	116,0	118,0	102,2
3	Среда	10	104,6	118,2	135,2	124,0	118,0
4	Четверг	10	96,8	108,6	132,0	125,0	102,2
5	Пятница	10	95,6	116,0	126,4	118,0	98,0
6	Суббота	10	71,0	98,2	121,0	112,6	87,2

В таблице № 1 даны показатели умственной работоспособности обучающихся. Как видно из этой таблицы в течение недели умственная работоспо-

способность обучающихся меняется. Так, например, в понедельник до начала второй пары в течение 2-х мин. в среднем было подсчитано 86,2 знаков, в то время как в пятницу они могли посчитать за это же время только 71,0 знаков, т.е. на 15,2 меньше. Таким образом, в течение недели работоспособность обучающихся снижается (таблица 1).

Нами выяснена динамика изменения умственной работоспособности обучающихся в течение дня. С этой целью в течение недели после каждого занятия мы проверяли умственную работоспособность этих обучающихся.

В результате проведенных исследований было установлено, что в течение дня умственная работоспособность обучающихся резко меняется. Так, например, в понедельник в течение 2-х минут обучающихся (ребятами) было подсчитано в среднем 86,2 знаков, после первой пары 112,0, после третьей пары – 99,0 и после четвертой – 82,2 знаков. Таким образом, после 4 пары обучающихся подсчитали за 2 мин. 6,0 знаков меньше, чем до занятий.

Кроме того, нами было изучено, как влияет сочетание занятий на умственную работоспособность обучающихся. Так, например, в понедельник после занятий физкультуры умственная работоспособность обучающихся стала восстанавливаться. Так, например, после третьей пары по иностранному языку обучающихся в среднем просмотрели 114,2 знаков, а после четвертой пары они просмотрели 115,2 знаков, т.е. на 1,6 знаков больше. Если сравнить эти показатели со вторником, то во вторник на четвертой паре по истории ими было просмотрено в среднем 102,2 знаков, т.е. 13,0 знаков меньше (таблица №1).

Особенно резкое снижение умственной работоспособности наблюдается на занятиях математики. Так, например, после второй пары по литературе во вторник обучающихся в среднем просмотрели 122,0, а во вторник после второй пары по математике 116,0 знаков, т.е. на 6,0 знаков меньше. Если сравнить со средой, то во вторник после математики обучающихся было просмотрено 19,2 знаков меньше, чем в среду после второй пары по литературе.

Таким образом, не только в течение дня и недели меняется работоспособность обучающихся, но это зависит и от сочетания занятий. Мы рекомендуем занятия математики сочетать с занятиями физкультуры, литературы (таблица 1). Аналогичная картина наблюдается в течение недели (таблица 2).

И при подсчете количества ошибок при просмотре знаков. Так, например, до начала занятий в понедельник на 500 знаков в среднем сделали 7,2 ошибок. В пятницу, при просмотре 500 знаков сделали 12,2 знаков, 5,0 знаков больше ошибок.

Нами определены некоторые выводы:

Умственная работоспособность обучающихся резко изменяется в течение дня, недели и года. Наиболее высокая работоспособность у обучающихся наблюдается во 2,3,4 день недели, на 2 паре. Поэтому желательно наиболее трудные занятия проводить в эти дни.

Наиболее благоприятным временем для умственной деятельности обучающихся является промежуток с 9 до 12 часов.

Таблица 2

Количество ошибок общих, сделанных учащимися на 500 просмотренных знаков в течение дня и недели при выделении работоспособности

п/п	Дни Недели	Кол-во обсле- дован- ных Детей	До начала занятий	После I-й пары	По- сле II-й пары	По- сле III-й пары	После IV-й пары	Недельное Расписание
			Количество ошибок					
1	Понедельник	10	7,2	5,6	5,2	5,4	8,2	1. русс-яз 2. литература 3. иностр-яз 4. история
2	Вторник	10	6,2	5,2	4,2	4,6	7,8	1. математика 2. иностр-яз. 3. русс-яз
3	Среда	10	3,8	3,0	2,2	2,8	-	1. биология 2. литература 3. математика 4. история
4	Четверг	10	3,9	3,2	2,4	2,8	4,8	1. русс-яз 2. литература 3. информатика 4.химия
5	Пятница	10	7,2	6,4	5,2	5,4	8,2	1. русс-яз 2. литература 3. физ-ра 4. математика

Активный отдых частично восстанавливает умственную работоспособность. Своевременное переключение с учебных занятий на активный отдых во время перемен и организация их на свежем воздухе существенно повышают умственную работоспособность.

При разработке комплексов показателей для диагностики утомления необходимо учитывать возрастные особенности, так как значимость отдельных физиологических показателей у лиц различного возраста может быть неодинаковой.

Литература

1. Вербианова З. Г. Изменение умственной работоспособности студентов и школьников под влиянием умственной работоспособности. Проблемы высшей нервной деятельности человека и животных. – Красноярск: 2021. – С. 56-62.
2. Рашман С. М. Изменение некоторых физиологических показателей под влиянием умственной работы. – Москва: 2020. – 65 с.
3. Пратусевич Р. М. Умственное утомление обучающихся. – М.: – 2024. – 62 с.

УДК 577.3:61

РОЛЬ МЕХАНИКИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА: ОТ БИОМЕХАНИКИ СУСТАВОВ ДО ИНЖЕНЕРИИ ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ

Магомедова М. М.¹, студентка 1 курса «Сестринское дело»

Яхьяева Х. Ш.^{1,2}, канд. физ.-мат. наук, доцент

¹ПОАНО «Национальный инновационный колледж»

²ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М.М. Джамбулатова»

г. Махачкала, Россия

Аннотация. В статье исследуются законы классической механики, гидродинамики и пневматики, управляющие телом человека. Авторы анализируют опорно-двигательный аппарат через теорию рычагов и декомпрессионные нагрузки ЛФК. Рассмотрены гемодинамические процессы на основе уравнений Пуазейля и Бернулли, а также газодинамика легких по законам Бойля-Мариотта и Лапласа. Особое внимание уделено высоким технологиям – кинезитерапии и полному искусственному сердцу BiVACOR TАН. На основе реальных статистических данных показана клиническая значимость биомеханики в кардиологии и реабилитологии.

Ключевые слова: биомеханика, кинезитерапия, гемодинамика, закон Пуазейля, механика дыхания, закон Лапласа, искусственное сердце, BiVACOR.

THE ROLE OF MECHANICS IN THE HUMAN BODY: FROM JOINT BIOMECHANICS TO ARTIFICIAL ORGAN ENGINEERING

Magomedova M. M.¹, 1st year student of Nursing

Yakhyaeva Kh. Sh.^{1,2}, Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor

¹National Innovation College Makhachkala, Russia

²Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov Makhachkala, Russia

Abstract. This article investigates classical mechanics, hydrodynamics, and pneumatics principles in the human body. The authors analyze the musculoskeletal system through lever theory and decompressive exercise loads. Hemodynamic processes are evaluated based on Poiseuille's and Bernoulli's equations, alongside pulmonary gas dynamics utilizing Boyle-Mariotte's and Laplace's laws. Special focus is placed on advanced medical technologies, specifically kinesitherapy and the BiVACOR total artificial heart (TAH). Based on verified statistical data, the study highlights the clinical significance of biomechanics in cardiology and rehabilitation.

Keywords: biomechanics, kinesitherapy, hemodynamics, Poiseuille's law, mechanics of respiration, Laplace's law, artificial heart, BiVACOR.

Актуальность исследования. Организм человека – это живая и невероятно точная биомеханическая система. Каждая клетка, ткань, сустав и орган в нашем теле каждую секунду подчиняются строгим законам физики. Механические процессы лежат в основе практически всех физиологических функций: от простого сокращения миокарда до сложнейших локомоторных актов, таких как ходьба и бег. Глубокое понимание этих принципов сегодня критически важно для медицины. Оно помогает практикующим врачам и медицинским сестрам правильно интерпретировать симптомы болезней, точнее ставить диагнозы, разрабатывать эффективные программы реабилитации и создавать долговечные биосовместимые протезы. Данная работа призвана детально проанализировать механику работы суставов, особенности гидравлики кровообращения, пневматику дыхания, а также устройство инновационных систем искусственного жизнеобеспечения.

Цель нашего исследования: изучить и систематизировать фундаментальные законы классической механики, гидродинамики и пневматики, определяющие работу органов и систем человеческого тела, а также раскрыть их практическое значение в современных медицинских и реабилитационных технологиях.

Задачи исследования:

1. Изучить биомеханические свойства элементов опорно-двигательной системы с точки зрения теории рычагов и строения живых тканей.
2. Описать физические механизмы декомпрессионной кинезитерапии (на примере метода С.М. Бубновского) и проанализировать реальную международную статистику ее эффективности.
3. Рассмотреть законы гемодинамики кровеносного русла на основе физических уравнений Пуазейля и Бернулли.
4. Проанализировать пневматическую систему легких и раскрыть биологическую роль законов Бойля-Мариотта и Лапласа.

5. Изучить конструктивные особенности и биомеханические параметры искусственного сердца нового поколения (BiVACOR TAN).

Методы исследования: анализ и обобщение фундаментальной научной медицинской и физико-технической литературы, математическое и графическое моделирование физических процессов в живых тканях, а также сравнительный анализ статистических данных современных клинических реестров.

1. Опорно-двигательный аппарат и теория рычагов

Скелет человека устроен по классическим законам механики твердого тела [2]. В этой системе кости выполняют роль жестких балок (рычагов), синовиальные суставы служат точками опоры и осями вращения, а скелетные мышцы создают необходимые тяговые усилия. В зависимости от взаимного расположения точки опоры, точки приложения мышечной силы и точки сопротивления (нагрузки), в анатомии и биомеханике принято выделять три типа рычажных систем (рис. 1):

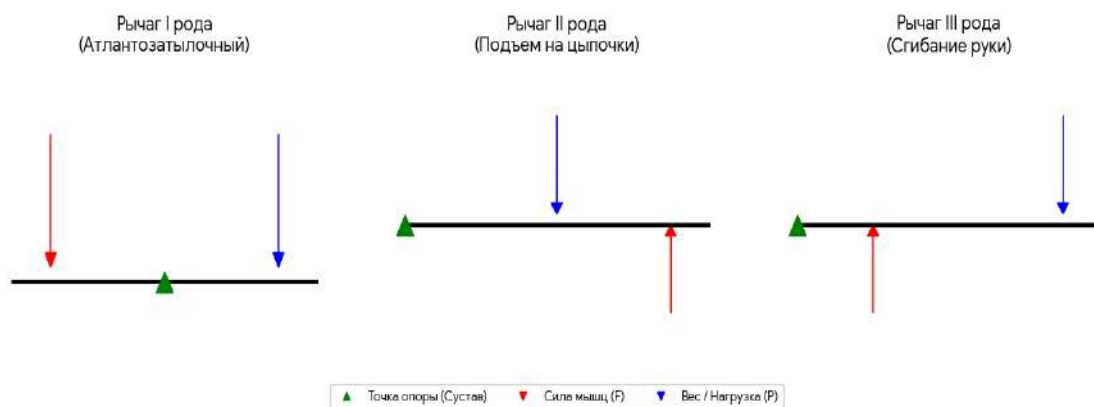


Рис. 1. Классификация и схемы работы биомеханических рычагов в анатомических структурах человеческого тела

1) *Рычаг I рода (рычаг равновесия):* Наглядным примером является атлантозатылочный сустав. Ось вращения (сустав) здесь находится посередине. Мышцы задней поверхности шеи постоянно удерживают вес головы, не давая ей упасть вперед под действием силы тяжести.

2) *Рычаг II рода (рычаг силы):* Примером служит человеческая стопа при подъеме на цыпочки. Точка опоры смещена к кончикам пальцев (головкам плюсневых костей). Сила сопротивления (вес всего тела) давит на таранную кость посередине, а мощное тяговое усилие развивают мышцы голени через ахиллово сухожилие. Такая схема дает человеку колоссальный выигрыш в силе, позволяя легко поднимать собственный вес.

3) *Рычаг III рода (рычаг скорости):* Локтевой сустав при сгибании руки. Точка приложения силы (место прикрепления сухожилия двуглавой мышцы плеча) находится очень близко к суставу, то есть между самой точкой опоры и

удерживаемым в кисти грузом. Такая конфигурация дает сильный проигрыш в силе, но взамен обеспечивает огромный выигрыш в скорости и амплитуде движения конечности.

Биологические ткани нашего опорно-двигательного аппарата обладают удивительной прочностью [2]. Например, бедренная кость взрослого человека способна сопротивляться колоссальным нагрузкам на сжатие (до 1,5 тонн). Секрет кроется в ее композитной структуре: органический белок коллаген придает костям эластичность и упругость, а неорганические минералы (гидроксиапатит кальция) обеспечивают жесткость.

Суставной гиалиновый хрящ функционирует по принципу мокрого гидродинамического амортизатора. Под воздействием механического сжатия он выделяет связанную межклеточную воду, которая смешивается с синовиальной жидкостью и превращается в идеальную смазку. Это снижает коэффициент трения в суставе до рекордно низких значений, что превосходит параметры большинства современных технических подшипников скольжения.

2. Прикладная кинезитерапия и метод Бубновского

В традиционной медицине при возникновении грыж межпозвонковых дисков и сильных болях в спине пациентам очень часто назначают строгий покой, медикаментозные блокады и постоянное ношение жестких ортопедических корсетов. Однако подробный биомеханический анализ показывает скрытую опасность такого подхода.

Длительный покой полностью отключает глубокие тонические мышцы спины, вызывая их быструю гипотрофию. Так как межпозвонковый хрящевой диск у взрослого человека не имеет собственных кровеносных сосудов и питается исключительно диффузным путем (всасывая питательные вещества из окружающих тканей во время ритмичных сокращений мышц), жесткая фиксация корсетом прекращает этот процесс и ускоряет дегенерацию диска.

Альтернативой и патогенетическим решением этой проблемы выступает современная кинезитерапия (в переводе - «лечение движением»), практическим примером которой является авторский метод С.М. Бубновского [1]. В рамках этой системы пациенты выполняют строго дозированные силовые упражнения на специализированных декомпрессионных многофункциональных тренажерах (МТБ).

Механизм декомпрессии

Когда пациент выполняет движения на тренажере МТБ, вектор внешней силы направлен строго противоположно вектору гравитационного сжатия позвоночника. Происходит дозированное физическое вытяжение (тракция) позвоночно-двигательного сегмента. Этот процесс описывается законом Гука для упругих тел.

В результате тракции расстояние между позвонками увеличивается на доли миллиметра. Согласно законам механики сплошных сред, это мгновенно снижает гидростатическое давление внутри разрушающегося диска. Физический градиент давлений заставляет грыжевое выпячивание стремиться обратно к геометрическому центру диска. Это полностью освобождает ущемленный нервный корешок, ликвидирует отек и купирует болевой синдром без применения лекарств.

Научная статистика консервативного лечения

Общие принципы декомпрессионных физических нагрузок и лечебной физкультуры имеют авторитетную и строгую международную доказательную базу, собранную в независимых базах Cochrane и PubMed [5]:

- *Отказ от хирургических операций:* Крупные многоцентровые исследования показывают, что *от 70% до 80% пациентов с* межпозвонковыми грыжами и сильной хронической болью в пояснице (при условии отсутствия критических симптомов, таких как нарушения функций органов малого таза) успешно восстанавливаются консервативно и не нуждаются в помощи хирурга.

- *Купирование боли:* Метаанализы сотен контролируемых клинических испытаний подтверждают, что регулярная двигательная активность и укрепление мышечного корсета снижают интенсивность хронической боли в спине в среднем на 30–50% уже в первые 6–12 недель. Это происходит благодаря ликвидации спазмов крупных мышечных групп и восстановлению нормального локального кровотока.

3. Механика кровообращения и гемодинамика

Человеческая сердечно-сосудистая система представляет собой сложный замкнутый гидродинамический контур с упруго-эластичными стенками сосудов, где роль мощного нагнетательного насоса выполняет миокард [3]. Объемный расход крови Q по сосудистому руслу описывается фундаментальным физическим законом Хагена-Пуазейля:

$$Q = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

Здесь r – внутренний радиус сосуда, η – динамическая вязкость крови, ΔP – перепад (градиент) давления, l – длина сосуда [3].

Обратите внимание: радиус сосуда в этой формуле возведен в четвертую степень. Это математическое свойство играет важнейшую роль при развитии атеросклероза. Если бляшка сужает просвет артерии всего на 20% ($r_2 = 0,8r_1$), то объем проходящей через нее крови при неизменном давлении падает более чем в два раза: $(0,8)^4 \approx 0,41$ (всего 41% от физиологической нормы).

Чтобы компенсировать развивающуюся ишемию органов и удержать нужный объем кровотока Q , сердце по закону Пуазейля вынуждено генерировать

гораздо больший перепад давлений ΔP , что приводит к развитию хронической артериальной гипертензии.

В местах критического сужения артерий начинает доминировать другой закон – гидродинамическое уравнение Бернулли [3]. Проходя через узкую зону, скорость потока крови v резко возрастает. По закону сохранения энергии, рост кинетической энергии потока вызывает падение бокового гидростатического давления на стенки сосуда. Из-за возникшей разницы давлений может произойти внезапное механическое схлопывание артерии или опасный срыв бляшки с последующим тромбозом.

4. Пневматическая система легких

Наше дыхание осуществляется по принципу работы объемного пневматического насоса [3]. Легкие человека лишены собственной мышечной ткани, поэтому их расширение и сжатие полностью зависят от изменения объема грудной клетки за счет сокращения диафрагмы и межреберных мышц. Механика вдоха напрямую подчиняется изотермическому закону Бойля-Мариотта. Когда мышцы расширяют грудную клетку, объем легких V увеличивается, что приводит к падению внутреннего давления газа P ниже атмосферного (на 4–8 мм рт. ст.), и атмосферный воздух устремляется внутрь по градиенту давлений.

На уровне альвеол важнейшим физическим фактором становится поверхностное натяжение покрывающей их жидкой пленки [3]. Избыточное сдавливающее давление (рис. 2) внутри каждого пузырька определяется законом Лапласа для сфер: $P = 2T / r$, где T – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, а r – радиус альвеолы.

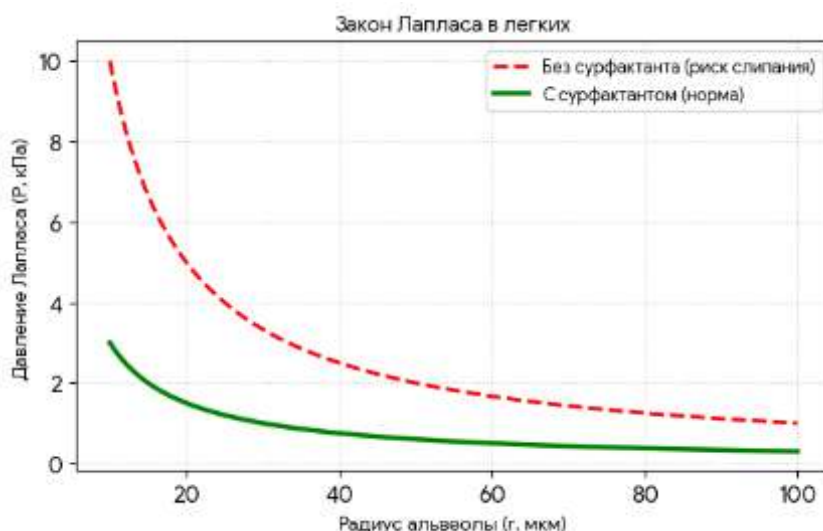


Рис. 2. График лапласовского давления внутри легких при наличии и отсутствии сурфактанта

Физическая формула наглядно показывает: чем меньше радиус пузырька r , тем сильнее лапласовское давление хочет его сжать [3]. Без защитных

механизмов во время выдоха мелкие альвеолы мгновенно бы слипались (схлопывались), перекачивая свой воздух в более крупные пузырьки.

Чтобы этого не происходило, клетки легких непрерывно вырабатывают уникальное вещество – сурфактант. Он динамически снижает поверхностное натяжение пленки Т именно в тот момент, когда альвеола сжимается, стабилизируя всю легочную систему. Точное понимание закона Лапласа совершило революцию в неонатологии: сегодня врачи спасают тысячи недоношенных младенцев со стартовой незрелостью легких, просто вводя им искусственный сурфактант сразу после рождения [3].

5. Искусственное сердце BiVACOR TAN

При терминальной стадии бивентрикулярной сердечной недостаточности единственным спасением для человека остается полная пересадка сердца. Однако донорских органов во всем мире критически мало – ежегодно проводится не более 6 000 таких трансплантаций, в то время как в очереди на операцию стоят сотни тысяч людей. Настоящим триумфом современной биомеханики и медицинской инженерии стало создание полного искусственного сердца нового типа - BiVACOR TAN (Total Artificial Heart) [4].

Старые образцы искусственного сердца копировали живой орган с помощью сильных ударов пневмопривода. Это приводило к быстрому механическому износу деталей и буквально рвало клетки крови. Создатели BiVACOR полностью изменили подход, разработав центробежный роторный насос непрерывного потока [4].

- *Магнитная левитация (технология MAGLEV):* Единственная подвижная деталь устройства – двухсторонний титановый ротор – не касается стенок механизма, а буквально парит в регулируемом магнитном поле. В конструкции полностью отсутствуют трущиеся подшипники и клапаны, что исключает износ и гарантирует надежную работу прибора на протяжении многих лет.

- *Гемосовместимость:* Лопастей титанового ротора спроектированы методом компьютерного моделирования гидродинамики. Они перекачивают кровь с основными показателями скорости до 12 л/мин настолько бережно, что механическое напряжение сдвига жидкости не разрушает эритроциты (минимальный гемолиз) и сводит к нулю риск образования тромбов. При этом насос автоматически меняет скорость вращения, подстраиваясь под физическую активность человека.

Реальные клинические данные испытаний [4]

- *Успешный мост к трансплантации:* В рамках официальных клинических испытаний на людях, одобренных американским регулятором FDA, BiVACOR TAN полностью доказал свою безопасность. Тяжелейшие пациенты были

успешно прооперированы, стабильно перенесли критический период ожидания и благополучно дождались своего донорского сердца.

- *Рекорд стабильности:* Первый исторический пациент (40-летний мужчина) успешно и без осложнений прожил с титановым сердцем непрерывного потока рекордные 105 суток. Он сохранял мобильность, мог ходить и дождался плановой пересадки живого органа.

- *Статистика выживаемости:* По данным международных медицинских реестров механической поддержки (INTERMACS), годовая выживаемость тяжелых пациентов при использовании современных роторных аппаратов достигает 80–85%, в то время как без их применения смертность в этой группе превышает 90% в первый же год.

Заключение. Живой человеческий организм функционирует в строгом соответствии с фундаментальными законами классической физики. Биомеханический подход позволяет медицине уйти от интуитивных догадок к точным инженерным расчетам. Векторный анализ нагрузок в кинезитерапии С.М. Бубновского помогает эффективно восстанавливать функции позвоночника без агрессивных лекарств, а законы гидродинамики и магнетизма позволяют создавать титановые сердца, способные годами поддерживать человеческую жизнь. Междисциплинарный союз физики, математики и медицины является главным фундаментом для развития технологий здравоохранения будущего.

Литература

1. Бубновский С. М. Грыжа позвоночника – не приговор! Кинезитерапия костно-мышечной системы. – М.: Эксмо, 2020. – 192 с.
2. Дубровский В. И., Федорова В. Н. Biomechanics: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.
3. Самойлов В. О. Медицинская биофизика: Учебник для вузов. – СПб.: СпецЛит, 2013. – 591 с.
4. Timms D. The BiVACOR Total Artificial Heart: Design and Development Innovations // The Journal of Heart and Lung Transplantation. – 2025. – Vol. 44, No. 3. – P. 412–420.
5. Non-pharmacological and non-surgical treatments for chronic low back pain: a Cochrane systematic review // PubMed Database / Cochrane Library. – 2025. – CD007427.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ БИОЛОГИИ РАНЫ: СТУДЕНЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА УШИВАНИЕ ПОСТЭКСТРАКЦИОННОЙ ЛУНКИ

*Султанова А. Н., студентка 4 курса «Сестринское дело»
Шираева З. М., стоматолог-хирург,
преподаватель медицинских дисциплин
ПОАНО «Национальный инновационный колледж»,
г. Махачкала, Россия
e-mail: zaripat.shiraeva@bk.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются техники ушивания постэкстракционной лунки в контексте биологии раневого процесса. Проведён сравнительный анализ прерывных и непрерывных швов, а также рассасывающихся и не рассасывающихся шовных материалов с позиции их влияния на фазы заживления ткани полости рта. Показана взаимосвязь хирургической техники и клеточных механизмов регенерации.

Ключевые слова: постэкстракционная лунка, ушивание раны, шовные материалы, заживление, регенерация тканей, хирургическая стоматология.

SURGICAL TECHNOLOGIES IN SERVICE OF WOUND BIOLOGY: A STUDENT'S PERSPECTIVE ON SUTURING THE POST-EXTRACTION SOCKET

*Sultanova A. N., 4th-year student "Nursing"
Shiraeva Z. M., dental surgeon, lecturer of medical disciplines
National Innovative College
Makhachkala, Russia*

Abstract. The article examines the techniques of post-extraction socket suturing in the context of wound process biology. A comparative analysis of interrupted and continuous sutures, as well as absorbable and non-absorbable suture materials, is conducted from the perspective of their effect on the healing phases of oral tissue. The relationship between surgical technique and cellular mechanisms of regeneration is demonstrated.

Keywords: post-extraction socket, wound suturing, suture materials, healing, tissue regeneration, surgical dentistry.

Удаление зуба – одна из самых распространённых операций в амбулаторной стоматологии. После экстракции в челюстной кости остаётся открытая альвеола – постэкстракционная лунка, фактически представляющая собой костную рану, покрытую слизистой оболочкой. Вопрос о том, ушивать её или нет, на первый взгляд кажется сугубо техническим. Но именно здесь хирургия и биология пересекаются: от способа закрытия раны напрямую зависит, по какому сценарию развернётся клеточный ответ организма.

Сразу после удаления зуба лунка заполняется кровью – и это не просто кровотечение, а начало точно скоординированного биологического процесса. Образующийся в первые 1–3 дня кровяной сгусток защищает открытую костную ткань и служит матрицей для формирования новой ткани [2]. Нарушение этого сгустка – например, при интенсивном полоскании или механическом воздействии – прерывает всю цепочку регенерации и приводит к альвеолиту («сухой лунке»).

Заживление острой раны представляет собой сложный динамический процесс, состоящий из четырёх последовательных, но накладывающихся друг на друга фаз: гемостаз, воспаление, пролиферация и ремоделирование [3]. Применительно к постэкстракционной лунке каждая из них имеет свои временные и клеточные характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Фазы заживления постэкстракционной лунки

Фаза	Сроки	Ключевые клеточные события
Гемостаз	0–24 ч	Вазоконстрикция, агрегация тромбоцитов, формирование фибринового сгустка
Воспаление	1–3 суток	Миграция нейтрофилов и макрофагов, фагоцитоз бактерий и некротического детрита
Пролиферация (регенерация)	7 суток – 2 месяца	Ангиогенез, пролиферация фибробластов, синтез коллагена, эпителизация
Ремоделирование	2–6 месяцев	Реорганизация коллагена, минерализация костной ткани лунки

Источник: составлено автором на основе [3, 4].

Наибольший темп накопления соединительной ткани приходится на 7–14-й день после травмы, производство коллагена достигает пика к 21-му дню, после чего его содержание стабилизируется [4]. Именно в этот период шовный материал несёт максимальную механическую нагрузку, удерживая края слизистой в сомкнутом положении и защищая формирующийся коллагеновый каркас от расхождения.

Когда хирург берёт иглодержатель, первый выбор – способ проведения нити. Два принципиально разных подхода существуют в стоматологии давно, и у каждого есть своя биологическая логика.

Прерывный (узловой) шов – это отдельные стежки, каждый из которых зашивается независимым узлом. Повреждение одного стежка не влияет на целостность остальных, что позволяет сохранить лунку закрытой даже при частичном расхождении [6]. Это особенно важно в первые 48–72 часа, когда сгусток ещё не организован и максимально уязвим. Прерывный шов допускает локальный отток экссудата между стежками, снижая риск его накопления под слизистой, – то есть работает как регулируемый биологический клапан.

Непрерывный шов закрывает рану единой нитью с фиксацией только на концах. Он обеспечивает равномерное распределение напряжения вдоль всей линии смыкания, однако снятие технически сложнее, чем у прерывного [6]. С биологической точки зрения непрерывный шов создаёт более герметичную среду, что оправдано при обширных ранах и высоком риске инфицирования.

Сравнение двух основных подходов с позиции биологии раневого процесса систематизировано в таблице 2.

Таблица 2

**Сравнение прерывного и непрерывного шва при ушивании
постэкстракционной лунки**

Критерий	Прерывный шов	Непрерывный шов
Герметизация раны	Неполная, с возможным дренированием	Высокая, линия закрыта равномерно
Риск при расхождении	Минимален (расходится один стежок)	Высокий (возможно полное раскрытие)
Распределение натяжения	Точечное у каждого узла	Равномерное по всей длине
Отток экссудата	Возможен между стежками	Ограничен
Время наложения	Дольше	Быстрее
Удаление	Простое (каждый узел отдельно)	Сложнее
Предпочтительная ситуация	Обычное удаление, малые раны	Обширные раны, сложные удаления

Источник: составлено автором на основе: [6, 7].

Выбор техники влияет не только на механику удержания тканей, но и на биохимию фазы воспаления. Прерывный шов, допускающий незначительный дренаж, снижает концентрацию провоспалительных медиаторов под лоскутом, тогда как герметичный непрерывный шов создаёт более «тихую» в иммунологическом отношении среду при условии чистой раны.

Шовные материалы и их связь с биологией раны. Нить в хирургии – это не просто механический элемент. Любой шовный материал является инородным телом для организма, и характер его взаимодействия с тканями определяет интенсивность воспалительного ответа, скорость эпителизации и риск инфекционных осложнений.

По происхождению шовные материалы делятся на натуральные (шёлк, кетгут) и синтетические (полипропилен, полиамид, PGA, PDO, PGLA); по способности к рассасыванию – на биодеградируемые и небиодеградируемые; по структуре – на мононить и плетёную [8].

Биодеградируемые нити имеют принципиальное значение именно в стоматологии: полость рта – среда с высокой микробной нагрузкой, и нерассасывающийся материал, требующий снятия, создаёт дополнительные риски как очаг потенциальной контаминации. Кетгут был первым рассасывающимся материалом и долго считался стандартом. Однако он вызывает аллергические реакции за счёт инородных протеинов в составе, которые провоцируют выраженное воспаление [9], – что биологически нежелательно в фазе, когда организм и без того поддерживает воспалительный ответ в лунке. По этой причине кетгут не применяется при дентальной имплантации, трансплантации тканей и установке регенеративных мембран [9].

Викрил (полиглактин 910) на сегодняшний день является наиболее распространённым рассасывающимся материалом в хирургической стоматологии. Через две недели после установки он сохраняет прочность более чем на 50%, затем по истечении пяти недель утрачивает её и полностью рассасывается примерно через три месяца, минимально травмируя ткани [10]. Это идеально совпадает с биологическими сроками: нить несёт нагрузку в фазу максимального коллагенообразования (7–21-й день), а исчезает тогда, когда коллагеновый каркас уже способен выдерживать механическое напряжение самостоятельно.

Нерассасывающиеся материалы – шёлк, полипропилен, нейлон – применяют там, где требуется долгосрочная фиксация: при имплантации, костно-пластических операциях, операциях на пародонте. Они обеспечивают длительную надёжную фиксацию краёв раны, однако требуют снятия на приёме врача, как правило на 7–10-й день [6].

Ушивание постэкстракционной лунки – это не завершающий формальный шаг операции, а активное биологическое вмешательство. Хирург, выбирая между прерывным и непрерывным швом, между кетгутом и викрилом, фактически программирует микросреду раны: определяет, насколько интенсивным будет воспаление, насколько быстро запустится пролиферация и как завершится

ремоделирование. Понимание этой связи делает выбор техники осознанным, а не рутинным.

Когда ортопед-стоматолог оценивает состояние мягких тканей после имплантации, он опирается именно на знание фаз раневого заживления и свойств шовного материала – без этого невозможно ни объяснить пациенту смысл послеоперационных ограничений, ни вовремя заметить начало осложнения. Взаимодействие с хирургом на этапе реабилитации тоже требует общего языка: понимания, почему выбран конкретный тип шва, какой срок резорбции нити заложен и что считать нормой в динамике раны. Для студента специальности «Стоматология ортопедическая» техника ушивания – не факультативное знание из смежной дисциплины, а часть собственной клинической базы.

Литература

1. Зачем накладываются швы после удаления зуба мудрости? [Электронный ресурс] // Стоматологическая клиника «Белая Медведица». – URL: <https://wbdent.ru/blog/lechenie-zubov-u-vzroslyh/zachem-nakladyvayutsya-shvy-posle-udaleniya-zuba-mudrosti/> (дата обращения: 12.05.2026).
2. Заживление лунки после удаления зуба [Электронный ресурс] // DentArt. – URL: <https://dent-art.com.ua/ru/news/etapi-zazhivleniya-lunki-posle-udaleniya-zuba/> (дата обращения: 12.05.2026).
3. Брюсов П. Г., Нечаев Э. А. Патологические аспекты процесса заживления ран // Вестник РАМН. – URL: <https://vestnikramn.sprjournal.ru/index.php/jour/article/viewFile/378/316> (дата обращения: 12.05.2026).
4. Заживление ран [Электронный ресурс] // Википедия — свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Заживление_ран (дата обращения: 12.05.2026).
5. Почему не зарастает лунка после удаления зуба [Электронный ресурс] // Зуб Доктор. – URL: <https://zubdoktor.ru/articles/khirurgiya/pochemu-ne-zarastaet-lunka-posle-udaleniya-zuba/> (дата обращения: 12.05.2026).
6. Как ухаживать за швами после удаления зубов [Электронный ресурс] // Star-Smile. – URL: <https://star-smile.ru/articles/shvy-pri-udaleni-zubov-vidy-pokazaniya-pravila-ukhoda/> (дата обращения: 12.05.2026).
7. Виды хирургических швов в стоматологии [Электронный ресурс] // DentalKids. – URL: <https://dentalkids.com.ua/blog/raznovidnosti-shvov-v-hirurgii-i-stomatologii/> (дата обращения: 12.05.2026).
8. Шовные материалы в стоматологии: классификация, свойства и клиническое применение [Электронный ресурс] // MyDent24. –

URL: <https://mydent24.ru/about/blog/shovnye-materialy-v-stomatologii-klassifikatsiya-svoystva-i-klinicheskoe-primenenie/> (дата обращения: 12.05.2026).

9. Шовный материал в стоматологии: виды и классификация [Электронный ресурс] // OHI-S. – URL: <https://ohi-s.com/articles-videos/suture-material/> (дата обращения: 12.05.2026).

10. Шовный материал в стоматологии [Электронный ресурс] // DentalMarket. – URL: <https://dentalmarket.online/article-shovnyy-material-v-stomatologii-14.html> (дата обращения: 12.05.2026).

УДК 37.47

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОСАНКИ

*Аммаева Х. Э., студентка 1 курса «Сестринское дело»
Алиева З. А., преподаватель
ПОАНО «Национальный инновационный колледж»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. Инновационные методы корригирующей гимнастики для коррекции осанки включают современные технологии, специализированные техники и комбинированные подходы, которые учитывают индивидуальные особенности подростков и направлены на укрепление мышечного корсета, формирование правильной осанки и профилактику деформаций.

Ключевые слова: здоровье, осанка, дети, гимнастика, инновация, профилактика.

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF PHYSICAL AND HEALTH-IMPROVING ORIENTATION FOR ADOLESCENTS WITH A DISORDER OF POSTURE

*Ammaeva Kh. E., Students 1st year of Nursing
Aliyeva Z. A., Lecturer
POANO "National Innovative College"
Makhachkala, Russia*

Abstract. Innovative methods of corrective gymnastics for posture correction include modern technologies, specialized techniques, and combined approaches that

take into account the individual characteristics of adolescents and are aimed at strengthening the muscular corset, forming correct posture, and preventing deformations.

Keywords: health, posture, children, gymnastics, innovation, prevention.

За последнее десятилетие произошло резкое ухудшение здоровья детского населения, страны, отмечено сокращение числа здоровых детей в 4-5 раз.

Исследованиями последних лет отмечено, что в структуре заболеваемости учащихся школ выявляется, более чем у 50% детей патология опорно-двигательного аппарата. Морфологическое и функциональное развитие опорно-двигательного аппарата проходит на фоне резко сниженной двигательной активности. Слабое физическое развитие ребенка ведет к нарушению осанки, которая в свою очередь затрудняет работу внутренних органов, что приводит к дальнейшему ухудшению физического развития.

В современной школе нагрузки учебного процесса вызывают напряжение функциональных систем. Проведено немало исследований по проблеме адаптации организма детей к умственным и физическим нагрузкам.

Резкое ухудшение состояния здоровья подрастающего поколения свидетельствуют в целом о кризисном состоянии оздоровительной, в том числе физкультурной работы в средней школе.

Молодые родители мало внимания и времени уделяют физическому воспитанию своих детей, снижается двигательная активность детей. Остается достаточно низкой физкультурно-спортивная активность населения, одного из важнейших показателей здорового образа жизни [2].

Следует признать, что сегодня многие вопросы, связанные с морфофункциональным состоянием и физической подготовленностью детей с патологией позвоночного столба, остаются противоречивыми.

Основное научное противоречие всех исследований, с одной стороны, состоит в том, что в последние годы у детей в связи с периодом школьного обучения значительно возросли умственные и физические нагрузки, а с другой не нашло своего отражения:

1. Применение инновационных физкультурно-оздоровительных технологий для детей с нарушениями осанки в условиях интеграции учреждений основного и дополнительного физкультурного образования;
2. Степень воздействия коррекционных физкультурно-оздоровительных мероприятий на морфофункциональное состояние кардиореспираторной системы;
3. Адекватное дозирование физической нагрузки детям с нарушениями осанки.

Впервые в системе интеграции основного и дополнительного физкультурного образования детей был организован учебно-воспитательный процесс физкультурно-оздоровительной направленности для детей с нарушениями осанки. Проведено комплексное динамическое исследование основных показателей, характеризующих физическое развитие. Установлено, что использование, инновационных физкультурно-оздоровительных здоровьесберегающих технологий, позволило у детей с нарушениями осанки повысить уровень физической подготовленности [3].

Инновационные технологии физкультурно-оздоровительной направленности, применяемые в гимназии № 56 нашли свое отражение в программе по физическому воспитанию учащихся 1-11 классов с направленным развитием двигательных способностей.

В лонгитюдном исследовании приняли участие дети, разделенные на две группы - основную (ОГ) и контрольную (КГ).

Основную группу составили 50 детей, учащихся школ № 56 г., занимающихся дополнительно, в центре «Земфира» по авторской программе коррекционно-оздоровительной направленности физкультурного образования. Контрольную группу составили также 60 детей, занимающиеся по традиционной программе физической культуры общеобразовательной школы. Группы разделили на подгруппы по половому признаку (30 мальчиков и 30 девочек).

На первом этапе исследований были определены цель работы, задачи и сформулирована рабочая гипотеза, организованы медико-биологические исследования, проведен обзор литературы по изучаемой проблеме, проведено первичное изучение показателей физического развития, функционального состояния, физической работоспособности и физической подготовленности детей. По данным медицинских осмотров школьников, были сформированы группы корригирующей гимнастики для детей с нарушениями осанки [4].

На втором этапе исследования, была создана и апробирована программа по ФК для детей с нарушениями осанки в системе дополнительного образования коррекционно-оздоровительной направленности для детей, проведено дальнейшее изучение обработка данных медико-педагогических наблюдений за детьми с нарушениями осанки.

На третьем этапе исследований был окончательно проведен сбор информационных данных морфофункциональных наблюдений, проведена статистическая обработка данных результатов исследований.

Антропометрические измерения проводились по методике, определялись тотальные размеры тела: длина тела, масса тела, окружность грудной клетки [1].

Проведена индексная оценка физического развития:

- индекс Пинье (индекс крепости телосложения) определяется по формуле:

$$\text{ИП} = \text{Рост} - (\text{Вес} + \text{ОГК}),$$

Рост и ОГК на вдохе измерены в сантиметрах, вес - в килограммах

- индекс Кетле (позволяет судить о плотности тела и косвенно определить избыток или недостаток массы тела):

$$\text{ИК} = \text{Вес} / \text{Рост}, \text{ г /}$$

Установлено, что у детей ОГ преобладает плоская спина – 22 человека, круглая спина – 28 человек. Реже встречается плоско-вогнутая – 17 человек и кругло-вогнутая – 12 человек.

У детей КГ нарушения осанки представлены: круглая – 29 чел; плоско-вогнутая – 25 чел, плоская – 22 чел; кругло-вогнутая – 11 человек.

В процессе дополнительных занятий оздоровительной физической культурой коррекционной направленности в процессе применения программы для детей с нарушениями осанки (в объеме 68 часов в год – 2 дополнительных часа в неделю), была отмечена положительная динамика состояния ОДА по типам нарушений, в ОГ.

Результаты осмотров в ОГ оказались следующими:

- «Плоская спина», выявленная у детей в 2025 году составила 22 чел., в 2026 году уже 15 детей;
- «Плоско-вогнутая спина» в 2025 году определилась у 17 детей, в 2026 году у 13 человек;
- «Круглая спина» у детей второго детства выявлена в 2025 году у 28, в 2026 году - 19;
- «Кругло-вогнутая спина» в 2025 году у 12 детей, в 2026 показатель остался прежним;
- правильной осанка стала у 5 детей в 2025 году, а к 2026 году показатель увеличился до 16 человек.

В свою очередь в КГ также отслеживалась динамика типов нарушений осанки, под действием занятий физической культурой по стандартной программе общеобразовательной школы.

Результаты осмотров в КГ оказались следующими:

- «Плоская спина», выявленная у детей в 2025 году составила 22 человека, в 2026 году уже 18 человек;
- «Плоско-вогнутая спина» в 2025 году определилась у 25 детей, в 2026 году у 21 детей;
- «Круглая спина» в 2025 году определилась у 29, в 2026 году – 27;

- «Кругло-вогнутая спина» в 2025 году у 11 человек, в 2026 показатель остался без изменений.

- правильной осанка стала у 2 детей к 2026 году увеличился до 7 детей.

Исследуемый нами возрастной прирост ОГК не стабилен. У мальчиков ОГ максимальный прирост ОГК приходился на возраст 10 лет и составлял – 2,37 см, в КГ – 1,74 см в возрасте 9 лет. У девочек ОГ и КГ в возрасте 10 лет и составил соответственно – 2,49 см и 1,80см.

Таким образом, положительно динамичные уровни физической подготовленности, у детей ОГ по всем анализируемым качествам, на протяжении всего периода исследования имеют качественно лучшие показатели по сравнению с детьми КГ, что говорит о благотворном влиянии учебно-воспитательного процесса оздоровительной направленности на физическую подготовленность детей с нарушениями осанки в ОГ.

Литература

1. Воронцов И.М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки. – Л. – 2024. – 56 с.
2. Волков И.П. Влияние различных режимов двигательной активности на функциональные показатели организма и физическое развитие детей: Автореф. дис. докт. мед. наук. – Минск. – 2021. – 37 с.
3. Галиахметова Г.М. Физиологические изгибы позвоночника и функциональное состояние организма подростков 12-15 лет: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Казань. – 2021. – 28 с.
4. Романова С.В., Прокопьев Н.Я. Физическое развитие и физическое воспитание детей младшего школьного возраста, имеющих нарушения осанки: учебно-методическое пособие для студентов. – Тюмень: Издательско-полиграфический центр «Экспресс». – 2025. – 90 с.

УДК 636.082.3

РОЛЬ МУХ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТЕЛЯЗИОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Алиева З. Х., студентка 1 курса,
факультет ветеринарной медицины
Зубаирова М. М., д-р. биол. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М.М. Джамбулатова»
Махачкала, Россия
e-mail: Hidery@inbox.ru
e-mail: zubairowa@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается телязиоз у крупного рогатого скота как распространенное паразитарное заболевание, вызываемое нематодами рода *Thelazia*. Описаны виды возбудителей и их локализация в глазных органах, а также роль зоофильных мух, особенно *Musca autumnalis*, в передаче паразита. Отмечается значимость комплексных мер борьбы, включая дегельминтизацию и контроль переносчиков, для эффективной профилактики заболевания.

Ключевые слова: *Thelazia*, *Musca*, крупный рогатый скот, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии.

THE ROLE OF FLIES IN THE DISSEMINATION OF CATTLE TELIASIOSIS

*Aliyeva Z. Kh., 1st-year Student, Faculty of Veterinary Medicine
Zubairova M. M., Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department
Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The article discusses the thelaziasis in cattle as a common parasitic disease caused by nematodes of the genus *Thelazia*. It describes the types of pathogens and their localization in the eye organs, as well as the role of zoophilic flies, especially *Musca autumnalis*, in the transmission of the parasite. The article highlights the importance of comprehensive control measures, including deworming and vector control, for effective prevention of the disease.

Keywords: *Thelazia*, *Musca*, cattle, extent of invasion, intensity of invasion.

Телязиоз представляет собой широко распространенное паразитарное заболевание крупного рогатого скота, наносящее значительный экономический ущерб животноводству во многих регионах мира, включая Россию. Болезнь, вызываемая нематодами рода *Thelazia*, характеризуется развитием конъюнктивитов и кератитов, что в тяжелых случаях может приводить к изъязвлению роговицы и даже слепоте животных [1-8]. Экономические потери складываются из снижения молочной и мясной продуктивности, преждевременной выбраковки ослепших животных, а также затрат на лечение и профилактику. Телязиоз носит трансмиссивный характер: для завершения жизненного цикла возбудителям необходим промежуточный хозяин, роль которого выполняют зоофильные мухи. Понимание механизмов переноса паразита этими насекомыми имеет первостепенное значение для разработки эффективных мер борьбы с инвазией.

Возбудителями телязиоза у крупного рогатого скота являются виды *Thelazia rhodesi* (Desmarest, 1827), *Thelazia gulosa* (Railliet и Henry, 1910) и *Thelazia skrjabini* (Erschov, 1928). Каждый из них характеризуется строгой специализацией по локализации: *Thelazia rhodesi* обитает в конъюнктивальном мешке и третьем веке, тогда как *Thelazia gulosa* и *Thelazia skrjabini* предпочитают слезно-носовой канал и протоки слезных желез.

Все три вида являются биогельминтами, то есть их жизненный цикл обязательно включает смену двух хозяев – окончательного, которым выступает крупный рогатый скот, и промежуточного – различных видов зоофильных мух. Самки телязий, перезимовавшие в глазах животных, весной начинают рождать живых личинок первой стадии. Вместе со слезной жидкостью личинки попадают во внутренний угол глаза, где их заглатывают мухи во время кормления. Внутри организма мухи личинка развивается: она дважды линяет и в течение 2–4 недель достигает инвазионной (третьей) стадии, мигрируя к головным придаткам и ротовому аппарату насекомого.

При последующем контакте такой мухи с глазом здорового животного инвазионные личинки через хоботок насекомого попадают на кожу и активно заползают в конъюнктивальный мешок. Здесь в течение 3–6 недель они достигают половой зрелости, завершая цикл и начиная размножение, и живут в глазу хозяина до 10–11 месяцев.

В роли промежуточных хозяев и переносчиков возбудителей телязиоза выступают зоофильные мухи из семейства настоящих мух (*Muscidae*). Список видов, участвующих в трансмиссии, достаточно широк. Мировые исследования выявили 13 видов рода *Musca*, которые могут служить промежуточными хозяевами.

География распространения телязиоза обширна. В Российской Федерации заболевание регистрируется от центральных областей до Сибири и Дальнего

Востока. Однако основную роль, особенно на территории России и сопредельных стран, играют виды: *Musca autumnalis* и *Musca larvipara*. По данным исследований, именно эти два вида являются доминирующими промежуточными хозяевами.

Другие виды - *Musca osiris*, *Musca tempestiva* и даже синантропная комнатная муха (*Musca domestica*), также способны участвовать в передаче, однако их вклад в распространение телезиоза оценивается как менее значительный.

Почти три четверти всех известных видов мух встречается на территории Дагестана. Палеарктические формы мух представлены видами родов *Musca*, *Muscina*, *Fannia*, *Calliphora*, *Lucilia*, *Phormia*, *Coprosarcophaga*. В Дагестане встречаются также Средиземноморские виды, например *Ch. albiceps*, *B. maculate*, *P. securifera*, *F. lencosticta*. Неарктическими элементами фауны синантропных мух являются *L. sericata*, *L. illustris*, *B. melanura*. В южных районах Дагестана обнаружены мухи тропического происхождения: *O. caesarion*, *M. osiris*, *M. sorbens*, *L. titillans*. В жилищах человека во всех природных зонах Дагестана встречаются следующие виды: *M. domestica*, *M. stabulans*, *M. assimilis*, *F. canicularis*, *S. calcitrans*, *L. sericata*, *C. haemorrhoidalis*. Однако наибольшее распространение имеет *Musca domestica*.

Основными переносчиками выступают исключительно самки мух. Они проявляют трофическую специализацию, концентрируясь вокруг глаз, носа и рта животных для питания слезными истечениями и другими секретами. Например, в ходе исследований на яках в Оренбургской области соотношение самок и самцов *Musca autumnalis*, собранных с головы животных, составило 83% и 17% соответственно, что подтверждает ведущую роль самок в передаче нематод. Самцы мух демонстрируют меньшее тяготение к глазам животных и, соответственно, реже участвуют в передаче инвазии.

Заболевание имеет ярко выраженный сезонный характер. Оно напрямую связано с периодом лета мух-переносчиков. В условиях умеренного климата (например, в Северном Зауралье) наибольшая активность векторов отмечается с конца июня по конец сентября. Пик заболеваемости крупного рогатого скота, когда экстенсивность инвазии может превышать 10%, приходится на период со второй декады июня по вторую декаду августа. Массовые вспышки телезиоза в европейской части России (например, в Чувашии) наблюдаются в июне–августе.

Таким образом, телезиоз крупного рогатого скота является классическим примером трансмиссивного заболевания. Его распространение полностью зависит от зоофильных мух, которые выступают в роли, как промежуточных хозяев, так и биологических переносчиков. Основным и наиболее опасным видом на территории нашей страны является *Musca autumnalis*.

Дегельминтизация всего поголовья крупного рогатого скота в осенне-зимний период, а также перед выгоном на пастбища, позволяет разорвать цикл развития паразита, так как снижает количество личинок, выделяемых животными весной.

Снижение численности мух на пастбищах и вокруг животноводческих ферм в летний период является критически важным звеном профилактики телязиоза. Комплексный подход, сочетающий работу с обоими звеньями паразитарной системы – дефинитивным хозяином крупного рогатого скота и промежуточным (зоофильные мухи), – может обеспечить надежный контроль и профилактику телязиоза в современных хозяйствах.

Литература

1. Атаев А.М., Атаева У.Б., Ахмедрабаданов Х.А. К телязиозу крупного рогатого скота в Дагестане // В сборнике: Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями (зоонозы). Материалы докладов научной конференции. – Москва, 2002. – С. 37-38.
2. Атаев А.М. Паразитарные болезни животных : учебное пособие для вузов / А.М. Атаев [и др.] – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 304 с.
3. Зубаирова М.М., Атаев А.М. Распространение телязиоза крупного рогатого скота в разрезе вертикальной поясности в Дагестане // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2008. № 9. С. 208-209.
4. Зубаирова М.М., Атаев А.М., Газимагомедов М.Г. Экология промежуточных хозяев и зараженность крупного рогатого скота возбудителями спироуратозов и филяриатозов в разрезе вертикальной поясности // Мат. Всеросс. научно-практич. конф. – Махачкала. – 2009. – С. 115-116.
5. Зубаирова М.М., Биттиров А.М., Кабардиев С.Ш., Газимагомедов М.Г., Мусаев З.Г., Чилаев А.С., Биттиров И.А., Бегиева С.А., Уянаева Ф.Б., Биттирова А.А., Магомедов О.А. Биоэкология и эпизоотология телязиоза крупного рогатого скота с учетом вертикальной зональности региона Северного Кавказа // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2017. № 18. С. 185-187.
6. Карсаков Н.Т. Лабораторная диагностика инвазионных болезней животных : учебное пособие / Н.Т. Карсаков [и др.] – Махачкала: Дагестан, 2021. – 104 с.
7. Капустин В.Ф. Атлас наиболее распространенных гельминтов сельскохозяйственных животных. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1953. – 135 с.

8. Крастин Н.И. Телязиозы жвачных и их возбудители. - автореф. докт. вет. наук (ВИГИС). 1953. – 506 с.

УДК 615.874.2

ДИЕТОТЕРАПИЯ В ХРОНИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЯХ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

*Багирова Н. Джавад кызы, студентка 912 группы,
технологический факультет
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ
им. М. М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В работе обобщены данные о применении диетотерапии в биомедицине. Показано, как продукты питания связаны с их химическими свойствами и биологической функцией. Рассмотрены: влияние макро- и микронутриентов на ключевые биохимические пути при хронических заболеваниях, изучение роли пищевых компонентов в модуляции системного воспаления. Обоснована роль диетотерапии, анализ специфических диетических моделей и их терапевтического потенциала.

Ключевые слова: Диетотерапия, хронические заболевания, сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания, щажение.

DIET THERAPY IN CHRONIC DISEASES: INNOVATIVE APPROACHES AND PRACTICAL APPLICATIONS

*N. Dzhabad kyzy Bagirova, Student of Group 912,
Technological Faculty
Dagestan State Agrarian University
named after M. M. Dzhambulatov
Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper summarizes data on the use of diet therapy in biomedicine. It shows how food products have chemical properties and biological functions. The paper discusses the impact of macro- and micronutrients on key biochemical pathways in chronic diseases, as well as the role of food components in modulating systemic inflammation. The paper also highlights the importance of diet therapy and analyzes specific dietary models and their therapeutic potential.

Keywords: Diet therapy, chronic diseases, diabetes mellitus, cardiovascular diseases, and dietary management.

Пищевой рацион человека постоянно должен включать более 600 нутриентов. Примерно 95% из них обладают лечебно-профилактическими свойствами. От их содержания и соотношения зависят диетические качества продукта.

Каждое третье заболевание раком, каждое второе заболевание сердечно-сосудистой системы вызваны неправильным питанием.

В современной нутрициологии различают следующие виды питания, указанные в таблице 1 [6].

Таблица 1

Виды питания и их целевое назначение

Виды питания	Назначение питания	Группы населения
Традиционное Оптимизированное	Сохранение здоровья, снижение риска развития заболеваний	Здоровые люди; группы риска
Профилактическое	Профилактика заболеваний, вызванных воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды	Группы риска
Лечебно-Профилактическое	Профилактика и лечение заболеваний, вызванных вредными условиями жизни и производства	Группы риска с вредными условиями жизни и производства
Лечебное	Лечение заболеваний в острой, хронической стадии и в стадии обострения	Больные
Специализированное	Обеспечение оптимального функционирования организма с учетом индивидуальных физиологических потребностей организма в особых условиях	Определенные группы населения: дети, беременные женщины, пожилые люди, спортсмены и др.
Функциональное	Сохранение здоровья, снижение риска развития заболеваний, оздоровление организма	Все группы населения, группы риска
Нетрадиционное	Сохранение здоровья с учетом индивидуальных воззрений	Все группы

Хочется уделить особое внимание питанию людей с различными заболеваниями [7].

Лечебное питание (диетотерапия) – наука о рациональном питании больного человека. Диетпитание является составной частью комплексного лечебного питания больного, а при некоторых заболеваниях является основным лечебным средством. Задача лечебного питания состоит в том, чтобы способствовать выздоровлению больного человека и обеспечивать его трудоспособность при

длительных хронических заболеваниях [3]. Диетическое питание строится на основе принципов рационального питания, но приспособленных к возможностям и потребностям больного организма. Рационы лечебного питания отличаются от обычного по химическому составу, методам кулинарной обработки продуктов и режиму питания. Химический состав лечебных рационов подбирается таким образом, чтобы, во-первых, привести его в соответствие с нарушенными ферментными системами организма, во-вторых, компенсировать повышенную потребность больного человека в ряде пищевых веществ (например, витаминов). Способы кулинарной обработки и подбора продуктов для лечебного питания призваны щадить поврежденные органы и системы от излишней нагрузки и перенапряжения и этим способствовать восстановлению нарушенных функций организма. Режим питания больного человека строится применительно к заболеванию, чаще всего лечебное питание должно быть дробным – частые приемы пищи в небольшом количестве [3].

При назначении диетического питания исходным пунктом является рационально построенный рацион питания, который изменяется качественно и количественно соответственно заболеванию органа или целой системы органов. При этом или совсем устраняются из питания определенные пищевые вещества или они подвергаются специальной кулинарной обработке. Все это составляет основы лечебного питания, так называемого "щажения" [4,5].

Различают три вида щажения: механическое, химическое и термическое. Механическое щажение достигается главным образом путем измельчения пищи, дробности питания, а также соответствующих способов тепловой обработки. Химическое щажение – исключение некоторых пищевых веществ (активных, органических кислот, поваренной соли, эфирных масел, сахаров) и др. или уменьшение их количества, что достигается различными способами кулинарной обработки [8]. Термическое щажение – исключение сильных термических раздражителей, т.е. очень холодной и очень горячей пищи. Температура горячей пищи должна быть не выше 60 °С, холодной – не ниже 15°С [3,8].

В лечебном питании особое значение имеет правильность выбора режима питания [2,5].

Необходимо увеличивать количество приемов пищи, сокращать перерывы между ними, а также уменьшать объем пищи за один прием.

С целью обозначения различных диет принята следующая номерная система [1].

Номер диеты. Показания к назначению

Виды заболеваний:

1. Заболевания желудочно-кишечного тракта, с повышенной секрецией

2. Заболевания желудочно-кишечного тракта, с пониженной секрецией
3. Заболевания печени, желчных путей и поджелудочной железы
4. Нарушение обмена мочевой кислоты
5. Заболевания почек
6. Ожирение
7. Сахарный диабет
8. Заболевания сердечно-сосудистой системы
9. Заболевания туберкулезом
10. Различные заболевания, не требующие специальных диет [6,7].

1. Лечебное питание при заболевании сахарным диабетом

Для больных сахарным диабетом используется диета №9 (основная).

Цель назначения диеты – способствовать нормализации углеводного обмена и предупредить нарушения жирового обмена. Это диета с умеренно сниженной энергоемкостью за счет легкоусвояемых углеводов и животных жиров. Белки соответствуют физиологической норме. Исключены сахар и сладости. Умеренно ограничено содержание хлорида натрия, холестерина, экстрактивных веществ. Увеличено содержание липотропных веществ, витаминов, пищевых волокон. Предпочтительны вареные и запеченные изделия, реже – жареные и тушеные [2,3].

Химический состав и энергоценность диеты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Суточное потребление пищевых веществ и энергии для диеты №9

Белки, г		Жиры, г		Угле- воды, г	Поварен- ная соль, г	Сво- бодная жид- кость, л	Энер- гия, ккал
всего, г	живот., %	всего, г	растит., %				
90-100	58	75-80	30	300-350	12	1,5	2300- 2500

Режим питания: 5-6 раз в день с равномерным распределением углеводов. Рекомендуются и исключаются продукты и блюда для расчета рациона питания по диете № 9 представлены в таблице 3.

Примерное меню диеты №9. 1-й завтрак: творог нежирный с молоком, каша гречневая рассыпчатая, чай. 2-й завтрак: отвар пшеничных отрубей. Обед: щи из свежей капусты вегетарианские с растительным маслом, мясо отварное с соусом молочным, тушеная морковь, желе фруктовое на ксилите. Полдник: яблоки свежие. Ужин: шницель капустный, рыба отварная, запеченная в молочном соусе, чай. На ночь: кефир [5,8].

Перечень рекомендуемых и исключаемых продуктов, блюд для диеты №9

Продукты и блюда	Рекомендуют	Исключают
Хлеб и мучные изделия	Ржаной, белково-отрубной, белково-пшеничный, пшеничный из муки 2-го сорта хлеб, в среднем 300 г в день. Несдобные мучные изделия за счет уменьшения количества хлеба	Изделия из сдобного и слоеного теста
Супы	Из разных овощей, щи, борщ, свекольник, окрошка мясная и овощная, слабые нежирные мясные, рыбные и грибные бульоны с овощами, разрешенной крупой, картофелем, фрикадельками	Крепкие, жирные бульоны, молочные с манной крупой, рисом, лапшой
Мясо и птица	Нежирные говядина, телятина, обрезная и мясная, свинина, баранина, кролик, куры, индейки в отварном, тушеном и жареном после отваривания виде, рубленые и куском. Сосиски, колбаса диетическая. Язык отварной. Печень – ограничено	Жирные сорта, утку, гуся, копчености, большинство колбас, консервы
Рыба	Нежирные виды, отварная, запеченная, иногда жареная. Рыбные консервы в собственном соку и томате	Жирные виды и сорта рыб, соленую, консервы в масле, икру
Молочные продукты	Молоко и кисломолочные напитки, творог полужирный и нежирный и блюда из него. Сметана – ограничено. Несоленый, нежирный сыр.	Соленые сыры, сладкие творожные сырки, сливки
Яйца	До 1-1,5 в день, всмятку, белковые омлеты. Желтки ограничивают	
Крупы	Ограничено в пределах норм углеводов. Каши из гречневой, ячневой, пшенной, перловой, овсяной крупы, бобовые	Рис, манную крупу и макаронные изделия
Овощи	Картофель с учетом нормы углеводов. Углеводы учитывают также в моркови, свекле, зеленом горошке. Предпочтительны овощи, содержащие менее 5% углеводов (капуста, кабачки, тыква, салат, огурцы, томаты, баклажаны). Овощи сырые, вареные, запеченные, тушеные, реже – жареные	Соленые и маринованные
Закуски	Винегреты, салаты из свежих овощей, икра овощная, кабачковая, вымоченная сельдь, мясо, рыба заливная, салаты из морепродуктов, нежирный говяжий студень, сыр несоленый	
Фрукты, сладкие блюда, сладости	Свежие фрукты и ягоды кисло-сладких сортов в любом виде. Желе, самбуки, муссы, компоты, конфеты на ксилите, сорбите или сахарине. Ограничено – мед	Виноград, изюм, бананы, инжир, финики, сахар, варенье, конфеты, мороженое
Соусы и пряности	Нежирные на слабых мясных, рыбных, грибных бульонах, овощном отваре, томатный. Перец, хрен, горчица – ограничено	Жирные, острые и соленые соусы
Напитки	Чай, кофе с молоком, соки из овощей, малосладких фруктов и ягод, отвар шиповника	Виноградный и другие сладкие соки, лимонады на сахаре

2. Лечебное питание при заболеваниях сердца и кровеносных сосудов

Среди сердечно-сосудистых заболеваний наиболее распространены атеросклероз сосудов сердца, мозга и других органов, инфаркт миокарда, а также гипертоническая болезнь. Больным с этими заболеваниями обычно назначают диету №10. Цель назначения: способствовать улучшению кровообращения, функции сердечно-сосудистой системы, нормализация обмена веществ, щажение сердечно-сосудистой системы и органов пищеварения [3,7].

Для диеты характерно небольшое снижение энергоценности за счет жиров и отчасти углеводов. Значительное ограничение количеств поваренной соли, уменьшение потребления жидкостей. Ограничено содержание веществ, возбуждающих сердечно-сосудистую и нервную систему, раздражающих печень и почки, обременяющих желудочно-кишечный тракт, способствующих метеоризму. Увеличено содержание калия, магния, липотропных веществ, продуктов, оказывающих ощелачивающее действие (молочные, овощи, фрукты). Кулинарная обработка с умеренным механическим щажением. Мясо и рыбу отваривают. Температура пищи обычная [4].

Химический состав и энергоценность рациона для диеты №10 представлены в таблице 4.

Таблица 4

Суточное потребление пищевых веществ и энергии для диеты №10

Белки, г		Жиры, г		Углеводы, г	Поваренная соль, г	Свободная жидкость, л	Энергия, ккал
всего, г	живот., %	всего, г	растит., %				
90	55-60	70	25-30	350-400	6-7	1,2	2500-2600

Режим питания: 5 раз в день относительно равномерными порциями.

Для составления рациона питания диеты №10 рекомендуемые и исключаемые продукты и блюда представлены в таблице 5.

Примерное меню диеты №10. 1-й завтрак: яйцо всмятку, каша овсяная молочная, чай. 2-й завтрак: яблоки печеные с сахаром. Обед: суп перловый с овощами на растительном масле (1/2 порции), мясо отварное с морковным пюре, компот из сухофруктов. Полдник: отвар шиповника. Ужин: пудинг творожный (1/2 порции), отварная рыба с картофелем отварным, чай. На ночь: кефир [3].

Таблица 5

Перечень рекомендуемых и исключаемых продуктов, блюд для диеты №10

Продукты и блюда	Рекомендуют	Исключают
Хлеб и мучные Изделия	Хлеб пшеничный из муки 1-го и 2-го сорта, вчерашний выпечки или слегка подсушенный, диетический бессолевой хлеб. Несдобные печенье и бисквит	Свежий хлеб, изделия из сдобного и слоеного теста, блины, оладьи
Супы	Вегетарианские с разными крупами, картофелем, овощами (лучше с измельченными), молочные, фруктовые. Холодный свекольник. Супы сдабривают сметаной, лимонной кислотой, зеленью	Из бобовых, мясные, рыбные, грибные бульоны
Мясо и птица	Нежирные сорта говядины, телятины, мясной и обрезной свинины, кролика, курицы, индейки. После зачистки от сухожилий и фасций мясо отваривают, а потом запекают или обжаривают. Блюда из рубленого или кускового отварного мяса. Заливное из отварного мяса. Ограничено – докторская и диетическая колбасы	Жирные сорта, гуся, утку, печень, почки, мозги, копчености, колбасные изделия, мясные консервы
Рыба	Нежирные виды – вареная или с последующим обжариванием, куском и рубленая. Блюда из отварных продуктов моря	Жирные виды, соленую, копченую, икру, консервы
Молочные Продукты	Молоко – при переносимости, кисломолочные напитки, творог и блюда из него с крупами, морковью, фруктами. Ограничены сметана и сливки (только в блюда), сыр	Соленые и жирные сыры
Яйца	До 1 яйца в день. Всмятку, паровые и запеченные омлеты, белковые омлеты, в блюда	Вкрутую, жареные
Крупы	Блюда из различных круп, приготовленные на воде или молоке (каши, запеченные пудинги и др.). Отварные макаронные изделия	Бобовые
Овощи	В отварном, запеченном, реже – сыром виде. Картофель, цветная капуста, морковь, свекла, кабачки, тыква, томаты, салат, огурцы. Белокочанная капуста и зеленый горошек – ограничено. Зеленый лук, укроп, петрушка – в блюда	Соленые, маринованные, квашеные овощи, шпинат, щавель, редьку, редис, чеснок, репчатый лук, грибы
Закуски	Салаты из свежих овощей (тертая морковь, томаты, огурцы), винегреты с растительным маслом, овощная икра, салаты фруктовые, с морепродуктами, рыба отварная заливная	Острые, жирные и соленые закуски, копчености, икру рыб
Плоды, сладкие блюда, сладости	Мягкие спелые фрукты и ягоды в свежем виде. Сухофрукты, компоты, кисели, муссы, самбуки, желе, молочные кисели и кремы, мед, варенье, нешоколадные конфеты	Плоды с грубой клетчаткой, шоколад, пирожные
Соусы и пряности	На овощном отваре, сметанные, молочные, томатные и овощные соки, отвар шиповника, ограничено – виноградный сок	Натуральный кофе, какао
Напитки	Некрепкий чай, кофейные напитки с молоком, фруктовые и овощные соки, отвар шиповника, ограничено – виноградный сок	Натуральный кофе, какао

Заключение

М.И. Певзнер, один из основоположников советской диетологии и клинической гастроэнтерологии, подчеркивал, что лечебное питание должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Не только поддерживать силы больного, но и являться лечебным средством.
2. Влиять на клиническую картину болезни, характер патологического процесса и темпы развития последнего.
3. Действовать на регуляторные механизмы и являться терапией гуморальной и конституциональной.
4. Влияя на реактивную способность организма и его предрасположение к воспалительным процессам, не только повышать эффективность других терапевтических факторов, но и уменьшать наклонность к рецидивам при хронических заболеваниях.
5. Быть эффективным в тех случаях, когда другие методы лечения не помогают.
6. Должно применяться при всех без исключения заболеваниях, так как химические ингредиенты пищи участвуют в процессах промежуточного обмена, нарушения которого имеют место при любых болезнях.
7. Должно быть обязательным фоном, на котором применяются другие терапевтические факторы.
8. Назначаться с профилактической целью при диспансеризации населения в тех случаях, когда болезнь протекает скрыто.
9. Служить профилактической мерой против перехода острых заболеваний в хронические.
10. При периодическом назначении на короткое время задерживать дальнейшее развитие хронической болезни и появление рецидивов.
11. Закреплять положительный результат той или другой терапии.

Диетотерапия при каждой болезни требует своих подходов. При заболеваниях органов пищеварения диетотерапия в ряде случаев является наиболее важным фактором лечения.

Таким образом, перечень требований к лечебному питанию совпадает с таковым для рационального питания, однако с учетом характера заболевания на короткий или продолжительный срок могут изменяться требования к энергетической ценности и химическому составу рациона, сбалансированности в нем пищевых веществ, набору продуктов и способам их кулинарной обработки, некоторым органолептическим показателям пищи, режиму питания.

Для выполнения основных требований рационального питания необходимо предусмотреть количественную и качественную полноценность рациона.

Литература

1. О мерах по совершенствованию лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях Российской Федерации. Приказ МЗ РФ №330 от 05.08.2003 г. (с дополнениями и изменениями).
2. О внесении изменений в приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 5 августа 2003 г. №330 «О мерах по совершенствованию лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях Российской Федерации». Приказ МЗиСР РФ №316 от 26.04.2006г. (с дополнениями и изменениями).
3. Об утверждении норм лечебного питания. Приказ МЗ РФ №395н от 21.06.2013 г.
4. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.
5. Могильного М.П., Тутельяна В.А. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию диетического питания для предприятий общественного питания / под ред. М.П. Могильного, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 808 с.
6. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
7. Юдина С.Б. Технология продуктов функционального питания: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 279с.
8. Могильный М.П., Баласанян А.Ю., Шалтумаев Т.Ш., Могильный А.М. Технология диетического и лечебно-профилактического питания. – М.: ООО «Дели плюс», 2019. – 244с.

УДК 51

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СВЯЗИ ВОСПРИЯТИЯ И МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ КУБ НЕККЕРА

*Галиуллин А. Р., студент 1 курса
инженерного факультета
Гамзагаева С. Т., канд. пед. наук, ст. преподаватель
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М.М. Джамбулатова
г. Махачкала, Россия
e-mail: gsaibat@inbox.ru*

Аннотация. В работе рассматривается связь процессов восприятия и мышления на примере куба Неккера. Рассматривается математическая модель, описывающая динамику переключения между двумя состояниями восприятия. В модель вводится параметр внимания, влияющий на устойчивость воспринимаемого образа. Получены аналитические выражения для стационарных вероятностей восприятия, демонстрирующие влияние внимания на процесс интерпретации визуальной информации.

Ключевые слова: куб Неккера, бистабильное восприятие, математическое моделирование, внимание, когнитивные процессы, дифференциальные уравнения.

MATHEMATICAL JUSTIFICATION OF THE CONNECTION BETWEEN PERCEPTION AND THOUGHT THROUGH THE NECKER CUBE

*Galiullin A. R., 1st year student of the Faculty of Engineering
Gamzagaeva S. T., Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer
M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agrarian University
Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper considers the connection between perception and thinking processes using the example of the Necker cube. A mathematical model is presented that describes the dynamics of switching between two states of perception. The model introduces an attention parameter that affects the stability of the perceived image. Analytical expressions are obtained for the stationary probabilities of perception, demonstrating the influence of attention on the process of interpreting visual information

Keywords: Necker cube, bistable perception, mathematical modeling, attention, cognitive processes, differential equations.

Одной из фундаментальных задач когнитивной науки является исследование взаимодействия процессов восприятия и мышления. Особый интерес представляют неоднозначные изображения, допускающие несколько вариантов интерпретации при неизменности визуального стимула [1]. Классическим примером такого объекта является куб Неккера – плоское изображение каркасного куба, которое наблюдатель может воспринимать в двух различных пространственных ориентациях. При длительном наблюдении происходит спонтанное переключение между этими интерпретациями. С точки зрения психологии данное явление называется бистабильным восприятием. Однако для количественного анализа необходим математический аппарат, позволяющий описать динамику

переключений и влияние когнитивных факторов на этот процесс. В данной статье нами представлено построение простой математической модели, связывающей внимание и восприятие через динамику интерпретации куба Неккера. Далее, рассмотрим Куб Неккера как объект математического моделирования. Для этого предположим, что существуют два возможных состояния восприятия:

- I_1 – первая интерпретация;
- I_2 – вторая интерпретация.

Тогда: $P(I_1)$ – вероятность того, что наблюдатель воспринимает первую интерпретацию; $P(I_2)$ – вероятность восприятия второй интерпретации.

Так как в каждый момент времени человек воспринимает только одну из возможных конфигураций куба, сумма вероятностей равна единице:

$$P(I_1) + P(I_2) = 1$$

Таким образом, восприятие куба можно рассматривать как процесс переключения между двумя состояниями.

В каждый момент времени наблюдатель воспринимает только одно из этих состояний. Однако из-за особенностей работы зрительной системы и нейронной активности мозг может спонтанно переключаться между ними.

Такое переключение удобно описывать как процесс, в котором вероятность перехода зависит только от текущего состояния системы. Для этого обозначим:

- V_{12} - скорость перехода из состояния I_1 в состояние I_2 ;
- V_{21} - скорость перехода из состояния I_2 в состояние I_1 .

Тогда, изменение вероятностей восприятия можно описать системой дифференциальных уравнений:

$$dP_1/dt = -V_{12}P_1 + V_{21}P_2,$$

$$dP_2/dt = V_{12}P_1 - V_{21}P_2$$

Первое уравнение показывает, что вероятность состояния I_1 увеличивается за счет переходов из состояния I_2 и уменьшается за счет переходов в состояние I_2 . Аналогично второе уравнение описывает изменение вероятности состояния I_2 . Если скорости переходов одинаковы, то обе интерпретации оказываются равноправными. Такая вероятностная модель называется классической.

Однако она не учитывает важный фактор – внимание человека.

Эксперименты показывают [2], что наблюдатель может дольше удерживать одну интерпретацию куба, если сознательно концентрируется на ней. Для учета этого эффекта введем параметр внимания a , где:

$$0 \leq a \leq 1$$

Параметр a характеризует степень доминирования одной интерпретации:

1. при $a = 0$ внимание не влияет на восприятие, и переключения происходят симметрично;
2. при увеличении a одна интерпретация становится более устойчивой.

Тогда скорости переходов можно записать следующим образом:

$$V_{12} = V_0(1 - a), \quad V_{21} = V_0(1 + a)$$

где V_0 - базовая скорость переключения между состояниями.

Если $a = 0$, получаем: $V_{12} = V_{21} = V_0$

Это означает, что обе интерпретации равноправны и воспринимаются с одинаковой вероятностью. Если же $a \rightarrow 1$, одна из интерпретаций начинает доминировать, а система становится более устойчивой.

В состоянии равновесия вероятности перестают изменяться:

$$dP_1/dt = 0, \quad dP_2/dt = 0$$

Тогда получаем условие баланса: $V_{12}P_1 = V_{21}P_2$

С учетом условия нормировки: $P_1 + P_2 = 1$, получаем вероятности устойчивых состояний:

$$P_1 = V_{21}/(V_{12} + V_{21}), \quad P_2 = V_{12}/(V_{12} + V_{21})$$

Подставляя выражения для скоростей переходов, получаем:

$$P_1 = 1 + \frac{a}{2}, \quad P_2 = 1 - \frac{a}{2}$$

Таким образом, чем больше параметр внимания a , тем выше вероятность восприятия выбранной интерпретации. Это показывает, что восприятие зависит не только от самого изображения, но и от внутреннего состояния наблюдателя – внимания и когнитивной активности. Следовательно, мышление и внимание способны изменять вероятности переходов между состояниями восприятия.

Для наглядности приведем компьютерную симуляцию данной модели.

Цель работы: исследовать как параметр внимания a влияет на вероятности восприятия (см. таб.).

Математическая модель:

$$V_{12} = V_0(1 - a) \quad P_1 = 1 + a/2$$

$$V_{21} = V_0(1 + a) \quad P_2 = 1 - a/2$$

План симуляции: будем изменять параметр внимания a от 0 до 1 с шагом 0.1 и вычислять P_1 и P_2 . Для каждого значения параметра внимания вычисляются скорости переходов. Таким образом, будем моделировать стабилизирующее

влияние внимания на выбранную интерпретацию. После определения скоростей переходов будем рассчитывать стационарные вероятности. Получаемые значения будут характеризовать долю времени, в течении которой наблюдатель будет воспринимать выбранную интерпретацию.

Таблица

Влияние параметра внимания a на P_1

Внимание a	P_1	P_2
0.0	0.50	0.50
0.1	0.55	0.45
0.2	0.60	0.40
0.3	0.65	0.35
0.4	0.70	0.30
0.5	0.75	0.25
0.6	0.80	0.20
0.7	0.85	0.15
0.8	0.90	0.10
0.9	0.95	0.05
1.0	1.00	0.00

Интерпретация результатов

При $a = 0$ обе интерпретации равновероятны: $P_1 = P_2 = 0,5$. По мере увеличения внимания вероятность первой интерпретации растёт линейно. Например, при $a = 0,6$ получаем $P_1 = 0,8$, т.е. в среднем в 80% времени наблюдатель будет воспринимать первую ориентацию куба.

Линейное увеличение вероятности P_1 в графической интерпретации имеет вид прямой линии (см. рис.).

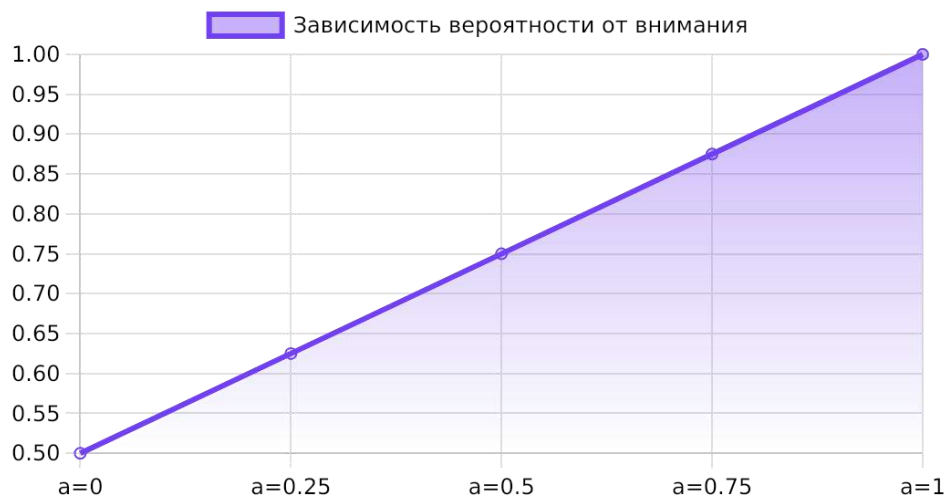


Рис. Зависимость вероятности от внимания

Вывод и практическое значение. Компьютерная симуляция показывает, что увеличение внимания приводит к росту вероятности выбранной интерпретации куба Неккера. В рамках предложенной модели зависимость носит линейный характер. Значит внимание является количественным параметром, который управляет устойчивостью восприятия неоднозначного изображения.

Построенная модель демонстрирует математическую связь между восприятием и мышлением. Восприятие представлено в виде двух конкурирующих состояний, между которыми происходят вероятностные переходы. Внимание выступает как когнитивный фактор, изменяющий параметры этих переходов. Важно отметить, что внимание не изменяет сам зрительный стимул. Изображение куба Неккера остаётся неизменным. Изменяется только устойчивость его интерпретации. Таким образом, модель позволяет формализовать влияние мыслительных процессов на восприятие через изменение вероятностей когнитивных состояний.

Практическое значение модели заключается в возможности количественного описания когнитивных процессов. Подобные подходы могут использоваться в: когнитивной психологии нейронауках; исследованиях внимания и сознания; системах искусственного интеллекта; человеко-машинных интерфейсах; технологиях виртуальной и дополненной реальности.

В перспективе модель может быть расширена за счёт введения нескольких уровней внимания, случайных возмущений, временной памяти системы и нелинейных механизмов переключения. Это позволит более точно описывать реальные процессы восприятия и приблизить математические модели к функционированию человеческого мозга, а также экспериментально доказана на группе испытуемых с дальнейшим представлением результатов эксперимента в публичном поле.

Таким образом, предложенный подход демонстрирует возможность формального описания связи восприятия и мышления средствами математического моделирования и открывает перспективы для дальнейших междисциплинарных исследований на стыке математики, психологии и искусственного интеллекта.

Литература

1. Кальоти Дж. От восприятия к мысли / Дж. Кальоти; пер. с итал. – М.: Мир, 1997. – 221 с.
2. Chholak P., Maksimenko V.A., Hramov A.E., Pisarchik A.N. Voluntary and Involuntary Attention in Bistable Visual Perception: A MEG Study. 2020

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА: ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ

*Рамазанова А. М., студентка 1 курса,
медико-профилактический факультет
Атлуханова Л. Б., канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский
университет», г. Махачкала, Россия
e-mail: amina.ra.98@bk.ru, e-mail: bremovna77@mail.ru*

Аннотация. В работе представлено экспериментальное исследование влияния четырёх типов спектрального состава света (синий, белый, жёлтый, красный) на когнитивные функции 24 здоровых испытуемых. Использован дизайн повторных измерений со сбалансированным латинским квадратом. Показано, что синий свет (465 нм) статистически значимо улучшает внимание, память и скорость обработки информации по сравнению с красным (640 нм), что объясняется физикой активации меланопсиновых фоторецепторов. Приводятся практические рекомендации для образования и офисной среды.

Ключевые слова: спектр света, когнитивные функции, меланопсин, тест Шульте, биофизика, внимание.

INFLUENCE OF LIGHTING SPECTRAL COMPOSITION ON HUMAN COGNITIVE FUNCTIONS: PHYSICAL AND BIOLOGICAL MECHANISMS

*Ramazanova A. M., 1st-year Student,
Faculty of Medical and Preventive Medicine
Atlukhanova L. B., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia*

Abstract. The paper presents an experimental study of the influence of four types of spectral composition (blue, white, yellow, red) on cognitive functions in 24 healthy subjects. A repeated-measures design with a balanced Latin square was used. Blue light (465 nm) is shown to significantly improve attention, memory and information processing speed compared to red light (640 nm), which is explained by the physics of melanopsin photoreceptor activation. Practical recommendations for education and office environments are provided.

Keywords: light spectrum, cognitive functions, melanopsin, Schulte test, biophysics, attention.

Введение. Современный человек проводит в условиях искусственного освещения до 80–90% времени [5]. Однако при проектировании учебных и рабочих пространств учитывается преимущественно освещённость (люкс), тогда как спектральный состав света – его физическая характеристика как распределения энергии по длинам волн – остаётся недооценённым фактором модуляции когнитивной деятельности.

С точки зрения физики живых систем, свет в диапазоне 380–780 нм взаимодействует не только с палочками и колбочками (зрение), но и с третьим типом фоторецепторов – интринсично светочувствительными ганглиозными клетками сетчатки (ipRGC), содержащими фотопигмент меланопсин с максимумом поглощения около 480 нм [1]. Активация ipRGC запускает сигнал к супрахиазматическому ядру гипоталамуса, подавляет секрецию мелатонина, повышает уровень кортизола и норадреналина, что субъективно воспринимается как бодрость, а объективно – ускоряет когнитивные процессы [2]. Согласно современным представлениям физиологии зрения, данные механизмы лежат в основе не только зрительного восприятия, но и модуляции высших психических функций светом [6].

Цель работы – экспериментально изучить влияние синего (465 нм), белого (4000 К), жёлтого (590 нм) и красного (640 нм) света на три ключевых когнитивных показателя: концентрацию внимания (тест Шульте), объём кратковременной памяти и скорость логической обработки информации.

Гипотезы:

H1 – спектральный состав значимо влияет на когнитивную продуктивность.

H1a – синий свет улучшает показатели по сравнению с белым.

H1b – красный свет ухудшает скорость и точность выполнения задач.

Методика эксперимента:

Участники. 24 добровольца (12 девушек, 12 юношей) в возрасте 18–25 лет ($M=21,3$, $SD=2,1$) с нормальным или скорректированным зрением, без нарушений цветовосприятия, без приёма психотропных препаратов, кофеина и алкоголя за 4 часа до эксперимента. Все дали письменное информированное согласие.

Дизайн. Независимая переменная – тип освещения (4 уровня): синий (465 ± 5 нм, 8000 К), белый (4000 К), жёлтый (доминанта 590 нм, 3000 К), красный (640 ± 10 нм, 1500 К). Освещённость во всех условиях уравнена до **500 люкс** (контроль люксметром). Для исключения эффекта последовательности использован сбалансированный латинский квадрат 4×4 (повторные измерения, каждый испытуемый – собственный контроль).

Процедура. Каждый участник проходил 4 сессии в одно и то же время (10:00–12:00). Сессия включала: 2 мин адаптации к цвету, тест Шульте (5×5, поиск чисел 1–25, фиксация времени и ошибок), тест памяти (10 слов, воспроизведение после отвлекающей задачи 30 с), тест логики (10 аналогий, точность + время). Перерыв между условиями – 5 мин в нейтральном белом свете. Тестовые стимулы для каждого цвета были разными (контроль обучения).

Статистика. Дисперсионный анализ повторных измерений (repeated measures ANOVA) с пост хок сравнениями Tukey HSD. Критический уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

В таблице представлены средние значения когнитивных показателей для четырёх типов освещения. Когнитивные показатели при разном спектральном составе света ($N=24$, $M \pm SD$)

Таблица

Средние значения когнитивных показателей для освещения

Цвет освещения	Время Шульте (с)	Ошибки (n)	Память (из 10)
Синий	101 ± 7	$1,2 \pm 0,6$	$8,4 \pm 0,9$
Белый	115 ± 9	$1,8 \pm 0,7$	$7,6 \pm 0,8$
Жёлтый	130 ± 11	$2,6 \pm 0,8$	$6,9 \pm 0,9$
Красный	144 ± 15	$3,4 \pm 1,0$	$6,1 \pm 1,0$

Статистический анализ. Repeated-measures ANOVA показал статистически значимое влияние спектра на время выполнения теста ($F(3,69)=18,47$; $p < 0,001$; $\eta^2=0,45$). Пост-хок сравнения (Tukey HSD) выявил:

Синий свет значимо лучше белого ($p=0,003$), жёлтого ($p < 0,001$) и красного ($p < 0,001$).

Красный свет значимо хуже всех остальных ($p < 0,001$).

Время при синем свете на 42% меньше, чем при красном; память – на 27% выше; количество ошибок – в 2,8 раза ниже.

Индивидуальная вариабельность была максимальной при красном свете ($CV=11,2\%$) и минимальной – при синем ($CV=6,9\%$).

Обсуждение

Полученные результаты полностью согласуются с моделью меланопсин-опосредованной активации невизуальных путей. Синий свет (465 нм) близок к пику спектральной чувствительности меланопсина, что обеспечивает максимальное подавление мелатонина и тонизирующий эффект на кору больших полушарий через восходящую ретикулярную активирующую систему [4]. Красный свет (640 нм), напротив, находится на спаде кривой поглощения

меланопсина (относительная эффективность $<0,05$), поэтому мозг воспринимает его как «функциональную темноту», что ведёт к снижению внимания и увеличению числа ошибок [3].

Наши данные также подтверждают, что белый нейтральный свет 4000 К (широкий спектр) занимает промежуточное положение, однако для задач, требующих максимальной продуктивности, он не оптимален. Интересно, что в тесте на логические аналогии влияние спектра было несколько слабее ($F=9,62$, $p=0,002$), чем в тесте Шульте, что может указывать на бóльшую роль устойчивого внимания, чем собственно логики. С позиций биофизики сенсорных систем [7] это объясняется различной вовлечённостью корковых и подкорковых структур в процессы переработки информации разной модальности.

Важное ограничение – кратковременность воздействия (до 20 мин на цвет). При длительной работе (несколько часов) возможна адаптация или утомление меланопсиновой системы. Кроме того, выборка ограничена молодыми здоровыми лицами, что требует осторожности при экстраполяции на детей или пожилых.

Практические рекомендации

Для учебных аудиторий и офисов в дневное время предпочтительно освещение с цветовой температурой 5000–6500 К (холодный белый, обогащённый синей составляющей).

В зонах отдыха и вечернее время следует использовать тёплый свет (2700–3000 К), чтобы не нарушать циркадные ритмы.

Индивидуальные рабочие места желательно оснащать регулируемыми светильниками с возможностью изменения спектра.

Применение синего света в утренние часы может быть немедикаментозным методом повышения когнитивной продуктивности (например, при сезонном аффективном расстройстве).

Выводы исследования:

1. Спектральный состав освещения статистически значимо влияет на когнитивные функции человека ($p<0,001$, $\eta^2=0,45$).
2. Синий свет (465 нм) обеспечивает максимальную продуктивность: внимание улучшается на 42%, память – на 27% по сравнению с красным светом.
3. Красный свет (640 нм) даёт наихудшие результаты из-за слабой активации меланопсиновых фоторецепторов.
4. Белый нейтральный свет (4000 К) является компромиссным вариантом, уступающим синему.
5. Полученные данные позволяют дать конкретные рекомендации по оптимизации освещения в образовательной и офисной среде.

Литература

1. Берсон Д.М., Данн Ф.А., Такао М. Фототрансдукция клетками ганглиозных сетчатки, устанавливающими циркадные часы // Наука. – 2002. – Т. 295, № 5557. – С. 1070–1073.
2. Вандевалле Г., Маке П., Дейк Д.Дж. Свет как модулятор когнитивной функции мозга // Trends in Cognitive Sciences. – 2009. – Т. 13, № 10. – С. 429–438.
3. Грант Л.К., Кент Б.А., Уильямс Дж.А. и др. Красный свет и когнитивная производительность: парадоксальные эффекты в зависимости от сложности задачи // Journal of Biological Rhythms. – 2023. – Т. 38, № 4. – С. 345–358.
4. Зохди Х., Схаутенс А.М.К., ван де Веркен М. Влияние света на рабочую память: систематический обзор и мета-анализ // Sleep Medicine Reviews. – 2021. – Т. 60. – Ст. 101552.
5. Кайохен С., Челлаппа С.Л. Циркадная система человека и её взаимодействие со светом // Handbook of Clinical Neurology. – 2021. – Т. 179. – С. 213–228.
6. Островский М.А. Физиология зрения. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 320 с.
7. Рахманов Р.С., Атлуханова Л.Б. Биофизика сенсорных систем // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Махачкала: ДГМУ, 2022. – С. 45–49.

УДК 519.21

ОШИБКА ИГРОКА, ИЛИ ПОЧЕМУ «ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ» НЕ РАБОТАЕТ В КАЗИНО

*Багамаева М. М., студентка 3 курса,
факультет информационных систем в экономике и управлении
Хаиров Р. А., канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГТУ», г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В данной статье рассматривается феномен «ошибки игрока» (Gambler's Fallacy) – распространенного заблуждения о природе случайных процессов. Автор анализирует математическую природу парадокса, связывая его с интуитивным непониманием закона больших чисел (ЗБЧ) и строгих следствий теоремы Бернулли [1]. Также в работе исследуются психофизиологические аспекты данного когнитивного искажения [2-4]. Рассматривается его негативное

влияние на нервную систему, гормональный фон и общее здоровье живого организма.

Ключевые слова: закон больших чисел, распределение Бернулли, ошибка игрока, когнитивное искажение.

PLAYER'S MISTAKE, OR WHY THE "LAW OF LARGE NUMBERS" DOES NOT WORK IN THE CASINO

*Bagamaeva M. M., 3rd year student,
Faculty of Information Systems in Economics and Management
Khairov R. A., Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor
Dagestan State Technical University,
Makhachkala, Russia*

Abstract. This article examines the phenomenon of "Gambler's Fallacy," a common misconception about the nature of random processes. The author analyzes the mathematical nature of the paradox, linking it with an intuitive misunderstanding of the law of large numbers and the strict consequences of Bernoulli's theorem [1]. The work also explores the psychophysiological aspects of this cognitive distortion [2-4]. It examines its negative impact on the nervous system, hormonal balance, and overall health of the living organism.

Keywords: The law of large numbers, Bernoulli distribution, gambler's error, cognitive distortion.

Ошибка игрока, также известная как ложный вывод Монте-Карло, представляет собой распространённое заблуждение относительно случайности событий. Это связано с тем, что люди часто не осознают на интуитивном уровне, что вероятность каждого следующего исхода не зависит от предыдущих результатов случайного события. В то время как теория вероятностей рассматривает каждый случай как независимый, люди склонны ошибочно полагать, что результаты предшествующих событий могут повлиять на будущие.

Хотя эта ошибка чаще всего ассоциируется с азартными играми, она также проявляется в различных сферах человеческой деятельности, и многие люди подвержены её влиянию. Так каждый, кто хотя бы раз подбрасывал монетку, задавался вопросом верно ли утверждение: «Выпало пять орлов подряд – теперь точно должна выпасть решка!». В мире азартных игр это убеждение стоит миллиарды долларов ежегодно.

В теории вероятностей это называется ошибкой игрока. Парадокс ситуации в том, что люди, знающие формулировку закона больших чисел, часто попадают в эту ловушку [1]. Они путают компенсацию с усреднением.

Цель исследования – разграничить математическую реальность и психологическую иллюзию.

Пусть X_i – последовательность независимых испытаний Бернулли с вероятностью успеха $p = 0,5$. Ошибка игрока заключается в убеждении, что для последовательности событий из выпадения пяти решек подряд, вероятность выпадения орла на шестом шаге выше, чем 0,5.

В силу независимости событий:

$$P(X_6 = 1 \mid X_1 = 0, \dots, X_5 = 0) = P(X_6 = 1) = 0,5$$

У процесса нет памяти, вероятности событий ОООООР и ОООООО одинаковы и равны $(0,5)^6$, монета не знает, что выпадало до этого.

Теорема (Закон больших чисел в форме Бернулли) [1]:

$$\forall \varepsilon > 0, \lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\left|\frac{S_n}{n} - p\right| < \varepsilon\right) = 1$$

где S_n – число успехов в n испытаниях.

Закон больших чисел (ЗБЧ) говорит о пределе при $n \rightarrow \infty$ и ничего не говорит о компенсации на конечных отрезках. Если в первых 10 бросках выпало 9 орлов ЗБЧ не требует, чтобы в следующих 10 бросках выпало больше решек. Закон выполняется за счёт того, что при $n=1000$ вклад начального дисбаланса $9-1=8$ становится пренебрежимо малым по сравнению с n .

В бытовой психологии закон больших чисел часто ошибочно интерпретируют как «систему выравнивания». На самом деле, разница $|S_n - np|$ не уменьшается, а растёт (рост порядка $\sqrt{n}$). Правильная же логика: Относительная частота S_n/n стремится к 0,5, но абсолютное отклонение может неограниченно возрастать.

Почему же ошибка так живуча? Эволюционно мозг обучен искать причинно-следственные связи. В неслучайном мире за полосой неудач часто следует компенсация (например, после засухи идут дожди). Перенос этого эвристического правила на стохастические процессы с независимыми исходами и порождает «ошибку игрока»!

Приведем два примера действительно имевших место демонстрирующих «ошибку игрока». Первый произошел в казино Монте-Карло 18 августа 1913 года. Тогда шарик рулетки 26 раз подряд остановился на чёрном. Хотя

вероятность выпадения чёрного или красного почти одинакова (чуть менее 50% из-за zero), игроки решили, что вот-вот должна выпасть противоположная сторона.

Аналогичный случай произошёл в Италии, где с 2003 года в национальной лотерее длительное время не выпадал номер 53. Психолог Дэвид Робсон в книге «Ловушка интеллекта» описывает, как «лихорадка 53» заставила людей ставить на это число огромные суммы. К началу 2005 года многие разорились или покончили с собой. После 182 тиражей без выпадения номер 53 наконец выпал, однако общая сумма проигранных на него ставок достигла 4 миллиардов евро.

По мнению Робсона: «Какими бы ни были причины такой фальшивой интуиции, исследования показывают: ошибка игрока может иметь самые серьёзные последствия - не только в казино». Такие интуитивные искажения действительности присущи людям не только в сфере азартных игр, но и в других областях человеческой деятельности. Так, зафиксированы случаи применения этой ошибочной стратегии при инвестировании, игре на фондовом рынке, в банковской сфере, в судебной практике, при наборе персонала, в спортивных соревнованиях и т. д.

Таким образом, изучение «ошибки игрока» важно не только для математики, но и для понимания биологии человека. Наш мозг эволюционно устроен так, чтобы искать закономерности ради выживания в дикой природе. Однако при столкновении с чистой случайностью этот древний защитный механизм дает сбой. Мозг начинает тратить огромное количество энергии на поиск логики там, где её просто нет. Подобная умственная перегрузка запускает мощные химические процессы внутри живого организма [2].

Когда человек слепо верит в скорую победу, его мозг выделяет гормон дофамин. Этот гормон отвечает за предвкушение награды и вызывает сильное чувство азарта. Но если ожидаемый исход не наступает, организм испытывает резкий биологический стресс. В кровь мгновенно выбрасываются гормоны кортизол и адреналин. У человека учащается пульс, повышается артериальное давление и возникает чувство сильной тревоги [4].

Регулярное повторение таких эмоциональных качелей физически изнашивает нервную систему. Со временем ложная вера в закономерности может перерасти в лудоманию – тяжелую игровую зависимость. Это расстройство официально признано болезнью, которая глубоко разрушает психику и меняет работу коры головного мозга. В запущенных случаях постоянный стресс приводит к депрессии, бессоннице и психосоматическим заболеваниям [3]. Простое математическое заблуждение способно нанести серьезный вред здоровью и жизнедеятельности живого организма.

Литература

1. Ширяев А.Н. Вероятность. – М.: МЦНМО, 2007. – 551 с.
2. Канеман, Д. Думай медленно... решай быстро / Пер. с англ. – М.: АСТ, 2013. – 656 с.
3. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5). – Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013. – 992 p.
4. Sapolsky, R. M. Why Zebras Don't Get Ulcers: A Guide to Stress, Stress-Related Diseases, and Coping – 3rd ed. – New York: Henry Holt and Co., 2004. – 714 p.

УДК 378

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДВУХ ПОКОЛЕНИЙ СТОЛА ПИРОГОВА ПРИ РАБОТЕ С ТРЁХМЕРНЫМИ МЕДИЦИНСКИМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ

*Расулова П. М., студентка 3 курса,
факультет биологии, географии и химии
Кулибеков Н. А., канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
педагогический университет», г. Махачкала, Россия
e-mail: kurrpinka01@gmail.com, e-mail: KulibekovNA@yandex.ru*

Аннотация. В статье анализируются возможности интерактивного анатомического стола «Пирогов» как платформы для работы с медицинскими данными. Актуальность связана с расширением применения 3D-визуализации в клинической практике. Научная проблема заключается в отсутствии систематизированных данных о функционале стола для интеграции и сравнительного анализа индивидуальных КТ/МРТ-исследований. Методология включает анализ научных источников, технической документации и обращение к производителю. Установлено, что стол второго поколения поддерживает загрузку, хранение и сравнение персонализированных данных пациентов, тогда как первое поколение ограничено эталонными моделями. Модернизация первого поколения до второго технически невозможна. Результаты могут быть использованы при выборе оборудования для медицинских и образовательных учреждений.

Ключевые слова: интерактивный анатомический стол «Пирогов», 3D-визуализация, обработка медицинских данных, компьютерная томография (КТ),

магнитно-резонансная томография (МРТ), сравнительный анализ, персонализированные данные, медицинское образование, предоперационное планирование.

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF TWO GENERATIONS OF THE PIROGOV TABLE WHEN WORKING WITH THREE-DIMENSIONAL MEDICAL IMAGES

*Rasulova P. M., 3rd-year student,
Faculty of Biology, Geography and Chemistry
Kulibekov N. A., Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor
Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia*

Abstract. This article analyzes the capabilities of the interactive Pirogov anatomical table as a platform for working with medical data. This research is relevant given the expanding use of 3D visualization in clinical practice. The scientific problem is the lack of systematic data on the functionality of the table for integrating and comparatively analyzing individual CT/MRI studies. The methodology includes an analysis of scientific sources, technical documentation, and contacting the manufacturer. It was found that the second-generation table supports the loading, storage, and comparison of personalized patient data, while the first generation is limited to reference models. Upgrading the first generation to the second is technically impossible. The results can be used when selecting equipment for medical and educational institutions.

Keywords: Pirogov interactive anatomical table, 3D visualization, medical data processing, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), comparative analysis, personalized data, medical education, preoperative planning.

Внедрение цифровых технологий в медицину коренным образом трансформировало подходы к диагностике, планированию лечения и обучению будущих медработников [11]. Особую роль в этом процессе играют методы лучевой диагностики, такие как компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), которые предоставляют исчерпывающую информацию о морфологии и функции органов и тканей в виде наборов послойных двумерных изображений [6].

Однако традиционный просмотр этих изображений на стандартных рабочих станциях радиологов требует от клинициста значительных навыков пространственного мышления для мысленной реконструкции трехмерной анатомической картины [5]. Ответом на этот вызов стало развитие технологий интерактивной 3D-визуализации и создание виртуальных анатомических атласов. Эти

системы позволяют преобразовывать наборы изображений в полноценные трехмерные модели, обеспечивая интуитивно понятное исследование анатомии [5, 8]. Одним из наиболее известных отечественных решений в этой области является интерактивный анатомический стол «Пирогов» [4]. Его ключевое преимущество заключается в сочетании детализированной эталонной 3D-модели человеческого тела с интерактивным сенсорным интерфейсом большого формата, что создает эффект погружения и облегчает восприятие сложной анатомической информации [8].

Вместе с тем, по мере развития программного обеспечения, функционал подобных систем выходит за рамки сугубо образовательных задач. Возникает закономерный научный и практический вопрос: может ли интерактивный анатомический стол, подобный «Пирогову», служить не только для изучения усредненной анатомической нормы, но и для работы с персонализированными данными конкретных пациентов? Научная проблема, таким образом, заключается в недостаточной систематизации сведений о возможностях и ограничениях стола «Пирогов» как платформы для интеграции, визуализации и, что особенно важно, сравнительного анализа индивидуальных КТ и МРТ исследований [4, 9]. Актуальность данного исследования обусловлена потенциалом подобных систем для предоперационного планирования, динамического наблюдения за пациентами, междисциплинарных консультаций и повышения уровня информированности самих пациентов [1, 2, 9].

Методология исследования была разделена на четыре последовательных этапа, соответствующих ключевым аспектам поставленных в работе вопросов.

Первый этап предусматривает разработку поисковой стратегии и критериев отбора источников. Поиск информации проводился в ведущих базах данных, включая поисковую систему Google за период с 2015 по 2024 год. Использовались следующие ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «интерактивный анатомический стол Пирогов». Критериями включения служили: полнотекстовые научные статьи в рецензируемых журналах, материалы конференций, монографии и учебные пособия по медицинской визуализации, официальная техническая документация и руководства пользователя от производителя стола «Пирогов» [4], а также опубликованные клинические случаи и отчеты, описывающие опыт его использования [1, 2, 9]. Критериями исключения были выбраны: рекламные материалы без технической спецификации, новостные заметки, блоги и форумы, а также публикации, не имеющие прямого отношения к анализу программного обеспечения для работы с КТ/МРТ данными.

Второй этап – анализ методологии и протоколов импорта и обработки данных. На данном этапе проводился детальный анализ отобранных источников с

целью описания теоретических и практических аспектов загрузки данных в систему. Анализировалась заявленная производителем и подтвержденная в публикациях совместимость программного обеспечения стола «Пирогов» [4]. Особое внимание уделялось протоколу импорта: возможность загрузки данных с внешних носителей (USB, DVD), по локальной сети, а также потенциальная интеграция с госпитальными PACS-серверами [3, 11]. Рассматривались возможные проблемы совместимости, связанные с проприетарными тегами различных производителей томографов, и необходимость использования стороннего программного обеспечения для предварительной конвертации или анонимизации данных.

Изучение функционала создания баз данных и управления персонализированной информацией. Этот аспект методологии был сфокусирован на ответе на вопрос о «внесении человека в базу данных». Анализ технической документации и пользовательских руководств [4] был направлен на выявление архитектуры системы хранения данных. Оценивались следующие параметры: возможность создания уникального профиля для каждого пациента; структура профиля в соответствии с требованиями к электронной истории болезни [3].

Анализ протоколов и инструментов сравнительного анализа изображений был проведен на четвертом этапе. Данный этап был наиболее комплексным и затрагивал ядро поставленной проблемы. Методология здесь заключалась в систематизации информации об инструментах, позволяющих проводить сравнение различных наборов данных [1, 2].

Таким образом, применяемая в настоящей работе методология позволила структурированно подойти к изучению заявленной темы, декомпозировать сложный вопрос на составные аналитические задачи и на основе синтеза разнородных источников сформировать целостное представление о возможностях и ограничениях интерактивного анатомического стола «Пирогов» в современной медицинской практике [4, 8, 9].

В настоящее время есть 2 вида стола – I и II поколения. Стол I поколения выпущен в 2019 году, один из таких столов находится в Дагестанском Государственном Педагогическом Университете.

Стол Пирогова I представляет собой учебное пособие для школы, в нём нет особых функций, только 3D-модели человеческого тела [8]. Стол Пирогова II оснащён более обширным функционалом, подходящим для медицинских вузов [4]. На столе II поколения можно сравнивать МРТ или КТ здорового человека и поражённые органы [1, 2]. Подробную информацию можно узнать на сайте nash-pirogov.ru, а также мы обратились в службу поддержки (info@nash-pirogov.ru), чтобы выяснить, возможно ли установить прошивку стола II поколения на стол I поколения.

Проведённое исследование позволило структурировать сведения о двух поколениях интерактивного анатомического стола «Пирогов» [4, 8]. Установлено, что стол первого поколения (2019 г.) выполняет преимущественно образовательные задачи, обеспечивая визуализацию эталонных 3D-моделей анатомических структур, и не предназначен для работы с персонализированными данными пациентов [8]. Стол второго поколения, напротив, обладает расширенным функционалом: поддерживает импорт КТ и МРТ-исследований с внешних носителей и по локальной сети, позволяет создавать профили пациентов, хранить серии исследований и проводить их сравнительный анализ, включая сопоставление нормы и патологии [1, 2, 4].



Рис. 1. Стол Пирогова I



Рис. 2. Стол Пирогова II

В ходе анализа технической документации [4] и обращения в службу поддержки производителя выявлено, что программно-аппаратная архитектура

первого и второго поколений столов не предусматривает возможность установки прошивки второго поколения на оборудование первого. Этот факт имеет ключевое значение для образовательных и клинических учреждений при планировании закупок и модернизации материально-технической базы.

Подтверждено, что стол «Пирогов» второго поколения может выступать не только как образовательный инструмент, но и как полноценная платформа для предоперационного планирования, динамического наблюдения за пациентами и междисциплинарных консультаций [1, 2, 9]. Возможность интуитивной 3D-визуализации и сравнения серий изображений в сенсорном интерфейсе большого формата снижает когнитивную нагрузку на клинициста и повышает наглядность представляемой информации для пациентов [5, 8].

Перспективным является разработка клинических протоколов использования интерактивных анатомических столов в многопрофильных стационарах, а также оценка их влияния на точность предоперационной диагностики и сокращение времени планирования хирургических вмешательств [7, 10]. Кроме того, целесообразно изучить возможность интеграции стола «Пирогов» второго поколения с госпитальными PACS-серверами и системами электронного документооборота [3, 11] для автоматизации рабочего процесса.

Литература

1. Абдурашитов Р. Ш., Алексеев Д. Г., Данилов М. А. Применение интерактивного анатомического стола в планировании хирургических вмешательств на органах брюшной полости // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2022. – № 5. – С. 78-85.
2. Гайворонский И. В., Сысолетин С. Ю., Гайворонская М. Г. Использование интерактивного анатомического стола «Пирогов» для предоперационного планирования в челюстно-лицевой хирургии // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2020. – № 2 (70). – С. 201-205.
3. ГОСТ Р 52636-2006. Электронная история болезни. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2007. – 24 с.
4. Интерактивный анатомический стол «Пирогов». Руководство пользователя. Версия 3.2. – М.: ООО «Интерактивные системы», 2023. – 112 с.
5. Каган И.И., Железнов Л.М. Трехмерное моделирование как инструмент визуализации в морфологии и клинической медицине // Морфологические ведомости. – 2017. – Т. 25, № 2. – С. 13-18.

6. Камалов Ю. Р. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в клинической практике / Ю. Р. Камалов, А. В. Зубарев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 544 с.
7. Линник С.А., Морозов С.П., Владзимирский А.В. Будущее радиологии: искусственный интеллект и большие данные // Медицинская визуализация. – 2018. – № 3. – С. 130-137.
8. Николенко В. Н., Ризаева Н. А., Оганесян М. В. Интерактивный анатомический стол «Пирогов» как инновационный инструмент в преподавании морфологических дисциплин // Морфология. – 2018. – Т. 153, № 3. – С. 136.
9. Орлов А. Е. Опыт использования интерактивного 3D-моделирования в планировании нейрохирургических вмешательств // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2021. – Т. 85, № 4. – С. 98-105.
10. Синицын В. Е. Роль информационных технологий в современной лучевой диагностике // Врач и информационные технологии. – 2020. – №1. – С.6-12.

УДК 616-006-07:62

ФИЗИКА И ИНЖЕНЕРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ОТ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ДО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

*Султанов З. А., Чанкаев А. А.,
студенты 1 курса инженерного факультета
Яхьяева Х. Ш., канд. физ.-мат. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М.М. Джамбулатова»
г. Махачкала, Россия*

Аннотация. В статье исследуется влияние физических законов и инженерных решений на современную онкологию. Рассмотрена эволюция методов лучевого и хирургического воздействия, начиная от открытия рентгеновского излучения до внедрения роботизированных систем. Проведен сравнительный анализ ведущих инструментальных методов диагностики и показана роль искусственного интеллекта в обнаружении микроопухолей [1,3,5]. Описаны инновационные терапевтические подходы и перспективные биоинженерные направления. На основе актуальных статистических данных по Российской Федерации и Республике Дагестан, а также анализа реального клинического случая внедрения ИИ-систем, обоснована высокая практическая значимость технологической модернизации здравоохранения.

Ключевые слова: инженерная онкология, медицинская физика, МРТ, КТ, протонная терапия, искусственный интеллект, тераностика, нанотехнологии.

PHYSICS AND ENGINEERING IN CANCER DIAGNOSIS AND TREATMENT: FROM EARLY DETECTION TO HIGH-TECH THERAPY

*Sultanov Z. A., Chankaev A. A.,
1st year students of the Faculty of Engineering
Yakhyaeva Kh. Sh., Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Associate Professor
Dagestan State Agrarian University
named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia*

Abstract. This article investigates the interdisciplinary impact of physical laws and engineering solutions on modern oncology. The evolution of radiation and surgical treatment methods is reviewed, spanning from the discovery of X-rays to the implementation of robotic systems. A comparative analysis of primary instrumental diagnostic modalities is conducted, demonstrating the role of artificial intelligence in micro-tumor detection [1,3,5]. Innovative therapeutic approaches and promising bioengineering fields are comprehensively described. Based on current statistical data for the Russian Federation and the Republic of Dagestan, along with a real clinical case analysis of AI system deployment, the high practical significance of healthcare technological modernization is substantiated.

Keywords: engineering oncology, medical physics, MRI, CT, proton therapy, artificial intelligence, theranostics, nanotechnology.

Актуальность исследования. Злокачественные новообразования остаются одной из ведущих причин смертности населения как в глобальном масштабе, так и в Российской Федерации. Ограниченность классических подходов к лечению опухолей обуславливает необходимость интеграции точных наук в клиническую практику. На современном этапе онкология претерпевает качественную трансформацию: благодаря союзу физики и инженерии терапия превращается из системного «удара по площадям» в прецизионную, точечную работу на клеточном уровне.

Цель нашего исследования: изучить и систематизировать современные физико-технические методы и инженерные технологии, применяемые на этапах диагностики, лечения и прогнозирования онкологических заболеваний, а также оценить их практическую эффективность по актуальным статистическим и клиническим данным.

Задачи исследования:

1. Проследить историческую взаимосвязь открытий в области физики с развитием радиологии и роботизированной хирургии.
2. Провести сравнительный анализ основных физических принципов, лежащих в основе современной лучевой и ультразвуковой диагностики.
3. Изучить высокотехнологичные инженерные методы терапевтического воздействия на опухолевые ткани.
4. Рассмотреть наиболее перспективные инновационные концепции биоинженерии будущего.
5. Проанализировать статистические показатели заболеваемости и результаты внедрения диагностических ИИ-платформ в Республике Дагестан.

Методы: анализ научно-методической литературы по медицинской физике и биоинженерии, обобщение данных радиационной физики и микрофлюидики, дескриптивный анализ статистических реестров здравоохранения.

1. Исторический экскурс: влияние физики на развитие онкологии [2,3]

Фундамент современной лучевой терапии был заложен в 1895 году, когда Вильгельм Рентген открыл рентгеновские лучи. Спустя всего несколько месяцев физик и изобретатель Эмиль Грubbе впервые применил данное излучение для терапевтического воздействия на опухоль, положив начало радиационной онкологии.

В середине XX века в США начались испытания протонной терапии. Физический принцип данного метода базируется на использовании тяжелых заряженных частиц, которые, в отличие от стандартного фотонного излучения, высвобождают разрушительную энергию строго в конце своего пробега – в так называемом пике Брэгга. Это свойство наглядно продемонстрировано на графике (см. рисунок): протоны практически не повреждают здоровые ткани на пути к мишени, отдавая всю дозу радиации непосредственно внутри опухоли.

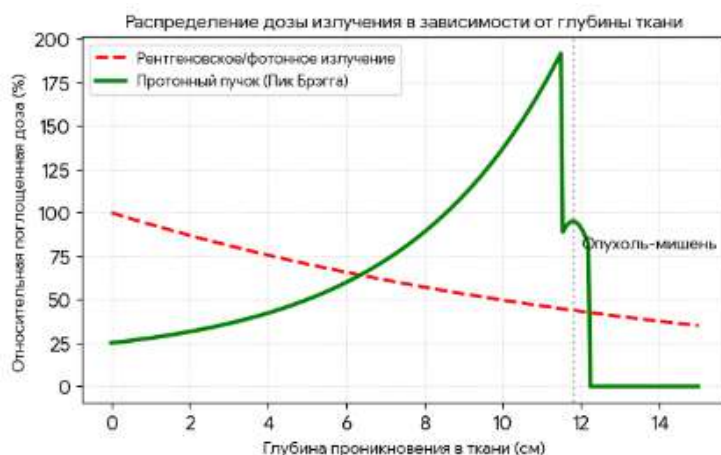


Рисунок. График физического распределения дозы ионизирующего излучения (эффект пика Брэгга для протонов по сравнению со стандартными фотонами)

Параллельно развивалась инженерная мысль в хирургии, увенчавшаяся созданием многокомпонентных манипуляторов с компьютерным управлением, которые позволили проводить малоинвазивные операции с исключением естественного тремора рук.

2. Сравнительный анализ инженерно-физических методов диагностики

Современная инженерная онкология не опирается на один универсальный метод; диагностика представляет собой комплексное использование различных физических явлений [3]. Основные методы инструментального обследования систематизированы в таблице 1.

Таблица 1

Инженерно-физические параметры основных методов онкодиагностики

Метод Диагностики	Используемое физическое явление	Клиническая специализация	Ионизирующее излучение
МРТ	Ядерный магнитный резонанс, радиоволны	Мягкие ткани, структуры ЦНС	Отсутствует
КТ	Дифференциальное рентгеновское Поглощение	Плотные ткани, кальцинаты, кости	Присутствует
ПЭТ-КТ	Позитронный бета-распад, аннигиляция	Оценка метаболизма, поиск микрометастазов	Присутствует
УЗИ	Отражение ультразвуковых волн	Мониторинг органов брюшной полости в реальном времени	Отсутствует

Магнитно-резонансная томография (МРТ). Базируется на явлении ядерного магнитного резонанса протонов в сильном постоянном магнитном поле под действием радиочастотных импульсов. Метод полностью лишен ионизирующей радиации и незаменим при визуализации мягких тканей, в частности, новообразований головного мозга.

Компьютерная томография (КТ). Основана на круговом послойном сканировании тела узким пучком рентгеновского излучения с последующей компьютерной реконструкцией. Обладает высокой скоростью выполнения, отлично дифференцирует плотные костные структуры и микрокальцинаты внутри мягких тканей, но сопряжена с лучевой нагрузкой.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ-КТ). Комбинированный метод, сочетающий анатомическую оценку КТ с радионуклидным анализом. Пациенту вводится маркер (обычно фтордезоксиглюкоза), который из-за ускоренного метаболизма интенсивно поглощается атипичными клетками. Физическая фиксация аннигиляционного гамма-излучения позволяет визуализировать скрытые метастазы размером от 2–3 мм.

Ультразвуковое исследование (УЗИ). Основано на пьезоэлектрическом эффекте и отражении высокочастотных звуковых волн от границ сред с разным акустическим сопротивлением. Безопасно, доступно и применяется для мониторинга динамики роста новообразований в реальном времени.

Важным инженерным вектором стало внедрение **Искусственного Интеллекта (ИИ)**. Одобренные регуляторами нейросетевые алгоритмы способны проводить компьютерный анализ сотен томограмм и маммограмм одновременно, выявляя паттерны скрытой патологии, незаметные для человеческого глаза, и помогая рассчитывать прецизионные дозировки препаратов [5].

3. Высокотехнологичные методы инженерной терапии

Физические факторы выступают мощным инструментом деструкции опухолевых конгломератов:

1. **Протонная терапия.** За счет точного наведения пучка заряженных частиц с погрешностью до долей миллиметра применяется в детской онкологии и при лечении опухолей головного мозга и глаз [3].

2. **Нанотехнологии.** Включают использование наночастиц золота или нитрида гафния, избирательно накапливающихся в тканях мишеней [3]. Лазерное облучение активирует частицы, преобразуя световую энергию в тепловую (*фототермический эффект*), что приводит к бесконтактной деструкции раковых клеток при сохранении интактности окружающих структур.

3. **Гипертермия.** Метод локального нагрева патологического очага электромагнитными волнами до температур 42,0–45,0 °С. Нагрев денатурирует белки атипичных клеток и резко повышает их чувствительность к сопутствующей лучевой терапии.

4. **Фотодинамическая терапия.** Основана на введении фотосенсибилизатора с последующим облучением лазером определенной длины волны [2]. Физическая активация препарата приводит к генерации активных форм кислорода (синглетного кислорода), запускающих апоптоз опухолевой ткани.

5. **Криохирургия.** Прямая подача жидкого азота под сверхнизкой температурой (-196 °С) через криозонд. Применяется при деструкции опухолей кожи, печени и предстательной железы за счет фазового перехода воды в лед внутри клеток.

4. Перспективные направления биоинженерии будущего

Инженерные разработки формируют контуры онкологии следующих десятилетий:

- **«Органы на чипе».** Микрофлюидные полимерные устройства, содержащие живые клеточные культуры [4]. Моделируют физиологический ответ органов и

позволяют персонализировано тестировать токсичность и эффективность противоопухолевых лекарств без проведения опытов на животных.

- **Тераностика.** Инженерный подход, объединяющий диагностику и лечение в одну процедуру с помощью многофункциональных наночастиц, которые одновременно «подсвечивают» границы опухоли на снимке и осуществляют её деструкцию [3].

- **Генная инженерия.** Применение молекулярных «ножниц» CRISPR/Cas9 для прецизионного редактирования онкогенов и внедрение CAR-T клеточной терапии, генетически перепрограммирующей собственные Т-лимфоциты пациента на распознавание и атаку опухолевых антигенов [4].

- **Нанороботы.** Разработка микроскопических устройств для адресной навигации в сосудистом русле, измерения параметров среды (рН, температура) и локального высвобождения цитостатиков [1].

5. Расширенная практическая часть и статистический анализ

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), онкологическая заболеваемость имеет устойчивую общемировую тенденцию к росту, что во многом обусловлено старением населения и улучшением скрининговых инженерных протоколов. Практическая ценность повсеместного внедрения современных физико-инженерных комплексов наглядно подтверждается опытом медицинских учреждений Российской Федерации и Республики Дагестан [6].

В декабре 2025 года в медицинском центре «L7» (г. Махачкала) с помощью отечественной системы искусственного интеллекта «Цельс» был зафиксирован случай выявления скрытого онкологического процесса на ранней стадии у пациентки из группы высокого риска. Стандартные обследования, проведенные за год до этого, фиксировали исключительно доброкачественные диффузные изменения. Нейросеть проанализировала динамику архивных снимков и выделила подозрительную зону субклинического микрокальциноза размером менее 5 мм. Последующий прицельный снимок и экспертная оценка подтвердили наличие очага из 7–8 микрокальцинатов на ограниченном участке размерами 6×4 мм. Проведенная в федеральной клинике биопсия верифицировала агрессивную форму рака на начальной фазе, когда терапевтическое вмешательство демонстрирует максимальную эффективность.

Данный пример отражает общую позитивную статистическую тенденцию в сфере ранней детекции опухолей. Сравнительные данные заболеваемости и ключевых индикаторов качества онкологической помощи по РФ и Республике Дагестан за последние годы систематизированы в таблице 2 [6].

**Мониторинг онкологических показателей и эффективности диагностики
в Российской Федерации и Республике Дагестан**

Географический регион / Показатель качества	Значение показателя в РФ	Значение показателя в РД
Уровень общей онкозаболеваемости (на 100 тыс. населения)	477,6	179,8
Доля выявления патологии на ранних стадиях (I–II ст.)	61,5%	58,3%
Доля выявления опухоли на I стадии	37,2%	34,1%
Доля выявления опухоли на II стадии	24,2%	24,2%
Доля запущенных форм (III стадия)	15,8%	18,2%
Доля терминальных форм (IV стадия)	18,5%	23,5%

Анализ таблицы 2 позволяет сделать важные научно-практические выводы. Относительно низкий «грубый» показатель заболеваемости в Дагестане (179,8 на 100 тыс. по сравнению с 477,6 в среднем по стране) объясняется особенностями демографической структуры региона. В то же время подъем этого индикатора за последние отчетные периоды свидетельствует не об ухудшении эпидемиологической обстановки, а о значительном повышении качества и доступности инструментальной инженерной диагностики на местах [6]. Доля раннего выявления патологии (I–II стадии) в республике уверенно достигла 58,3%, что стало возможным благодаря внедрению систем ИИ, оптимизации маршрутизации пациентов и переоснащению региональных клиник современной томографической и ультразвуковой техникой.

Заключение. Современная онкология немыслима без достижений прикладной физики и инженерной мысли [1, 3]. Переход к автоматизированным системам лучевой терапии, использование микрофлюидных платформ и ИИ-анализа изображений позволяют радикально сместить вектор в сторону ранней диагностики и органосберегающего лечения. Дальнейший прогресс в борьбе с онкологическими заболеваниями лежит в плоскости междисциплинарного синтеза фундаментальной науки, цифровых технологий и практической медицины.

Литература

1. Кулаков В. И., Серов В. Н. Высокотехнологичные и роботизированные системы в хирургии: Учебное пособие. – М.: Медицина, 2018. – 280 с.
2. Странадко Е. Ф. Исторический очерк развития фотодинамической терапии // Лазерная медицина. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 58–63.

3. Терновой С. К., Синицын В. Е. Медицинская физика и лучевая диагностика: Учебник для вузов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 448 с.
4. Анатомия человека и биоинженерия: новые подходы в молекулярной медицине / под ред. академика Б. И. Ткаченко. – СПб.: СпецЛит, 2022. – 315 с.
5. Искусственный интеллект в лучевой диагностике: текущее состояние и перспективы развития аналитических платформ // Медицинская техника. – 2024. – № 3. – С. 12–17.
6. Состояние онкологической помощи населению России / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2025. – 235 с.

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
I Региональной научной конференции
«ТРИ УРОВНЯ — ОДИН ПУТЬ В НАУКУ!»
21 мая 2026 года

Подписано в печать 25.06.26. Формат 30×42 1/4. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. — 7,75.

Печать ризографная. Тираж 100 экз.

Тиражировано в типографии ИП Гаджиева С. С.

г. Махачкала, ул. Юсупова, 47.

РИЗО-ПРЕСС