

Министерство науки и высшего образования РФ
Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
Калужского государственного
университета имени К.Э. Циолковского

Серия
Естественные и технические науки

2026

Калуга – 2026

УДК 009

ББК 72

Н 34

Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
КГУ им. К.Э. Циолковского

**Научные труды Калужского государственного университета
имени К.Э. Циолковского.** Серия: Естественные и технические науки. 2026.
– Калуга: Издательство КГУ имени К.Э. Циолковского, 2026. – 266 с.

ISBN 978-5-88725-855-3

В настоящее издание включены материалы докладов секций естественно-научной и технической направленности Восьмых Калужских университетских чтений.

Сборник предназначен для научных работников, специалистов, преподавателей и обучающихся, интересующихся актуальными вопросами естественных и технических наук.

Редакционная коллегия:

Исадченко С.О. (гл. редактор)

Симонова Н.В.

Сионова М.Н.

Ларионова В.М.

Виноградский В.Г.

Сережкин Л.Н.

Елистратов Е.А.

ISBN 978-5-88725-855-3

© КГУ им. К.Э. Циолковского, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

«Актуальные вопросы фундаментальной медицины»	7
В.П. Алиева, А.А. Леонтьева Гигиенические аспекты профессиональных вредностей при промышленном клининге	7
О.Г. Смирнова, Н.В. Симонова, Т.Е. Алешина, А.Н. Романова, А.В. Змий Оценка альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы у курящих студентов-медиков.....	15
Н.Б. Лобода, Т.Н. Кушнир, Н.В. Симонова, Ю.Д. Керимова, Е.Е. Максименко, А.М. Гарбуз К вопросу о влиянии никотина на сердечно-сосудистую систему.....	19
А.Д. Рябицкая ¹ , Н.В. Симонова ² , В.П. Алиева ² , Д.А. Макаренко ² , К.И. Рогожина ² Оценка когнитивных способностей в течение учебного дня у студентов, обучающихся по специальности 33.05.01 Фармация	23
Н.В. Симонова, Н.В. Коненкова, Р.А. Магомедов, И.Н. Цегельная, А.Д. Стуколов Эффективность гепатопротекторов в профилактике побочных эффектов химиотерапии туберкулёза лёгких	27
Н.В. Симонова, Н.В. Коненкова, Ш.Р. Хамроева, М.Ю. Махадова Возможности сукцинатсодержащей фармакокоррекции в дерматологии..	32
«Биология и экология».....	37
И.Н. Лыков Влияние сигаретных окурков на окружающую среду.....	37
Н.В. Ергольская, М.А. Шкребенюк Оценка санитарно-гигиенических условий и организации обучения студентов	44
В.Е. Кузьмичев К вопросу о восстановлении генетической структуры местной популяции пчёл	53
Я.С. Морозов Особенности методов сбора малого прудовика (<i>Lymnaea truncatula</i>) в Ферзиковском районе Калужской области.....	62

«Тенденции и актуальные вопросы географического образования и наук о Земле»	68
М.В. Захарова Гармонический анализ колебаний многолетнего стока реки Оки в районе города Калуги.....	68
В.И. Ковба ¹ , Е.А. Чугунов ² Геологические и географические арктические открытия отважных русских исследователей на службе современников	74
В.И. Меленчук К вопросу о краеведческих играх, проводившихся в Калуге и Малоярославецком районе в 1953-1954 годах	81
В.Г. Петрова, Э.Ю. Суслова Разведчик недр: научные открытия и практические достижения	91
«Химия и методика преподавания химии»	95
М.П. Битков, Р.А. Гаранин Особенности сорбционной активности альгинатных гидрогелей в отношении катионов висмута и серебра	95
А.П. Воронова, Р.А. Гаранин Экологическая оценка влияния фторсодержащих сточных вод на качество поверхностных вод Яченского водохранилища	102
Р.А. Гаранин Перспективы использования пивной дробины и её модификаций в качестве биосорбента тяжёлых металлов	110
Р.А. Земляной ¹ , Л.В. Донцова ¹ , С.В. Манцев ² , Р.А. Розиев ² Исследование антиокислительных свойств селеноорганического соединения «Селексен»	115
Н.Р. Зиновьев, А.Е. Васюков Влияние гидродинамического режима на качество дистиллированной воды при контакте с атмосферным воздухом	121
А.С. Карапетян Использование технологии развития критического мышления при изучении химических дисциплин	126
В.А. Лямичева, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова Исследование свойств бергамота и препаратов на его основе	131

В.В. Макаренков, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова Исследование свойств экстрактов полыни горькой и препаратов на её основе.....	138
Н.А. Метигин, М.А. Пинчук, А.Е. Васюков О токсичности водных вытяжек из молодого и прошлогоднего борщевика Сосновского.....	145
М.А. Мешакин, Н.Р. Зиновьев, М.А. Пинчук, А.Е. Васюков Кинетические особенности сорбции ионов свинца соломой овсяной	150
А.С. Назаренко, А.В. Мешалкин, Н.Р. Зиновьев, М.Е. Пинчук Исследование механизма адсорбции метиленового голубого сорбентами на основе природных и искусственных волокон	157
В.Ю. Орлов, А.Е. Васюков, Н.Р. Зиновьев, М.А. Пинчук Кинетические особенности сорбции ионов кадмия соломой пшеничной	162
Е.А. Пильщикова ¹ , А.А. Дремук ² , А.К. Ахлебенин ¹ Биологически активные вещества ягод барбариса обыкновенного	170
Е.В. Приходько, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова Экспертная оценка лекарственных препаратов, содержащих ацетилсалициловую кислоту.....	178
С.О. Пустовит, В.М. Ларионова, В.Ю. Степанова Организационно-технические особенности работы с 3D-моделями при освоении студентами химических дисциплин в голографическом классе	185
А.А. Савина, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова Экспертная оценка препаратов на основе пустырника	191
Ю.В. Тесник Историко-научный материал на уроках химии	197
«Информационные технологии в современном мире»	201
Г.М. Кривченков Формирование готовности будущих специалистов к использованию отечественного программного обеспечения.....	201
«Физика и математика».....	207
Т.А. Алмазова, Ю.В. Ермоленко Реализация принципа наглядности при обучении школьников решению тригонометрических неравенств	207

В.И. Герасимова	
Спектры парциальных парных корреляций как инвариантное описание динамики нестационарных сигналов	214
Д.Е. Гапонова, Е.А. Лошкарева	
Задачи с региональным содержанием как средство формирования познавательного интереса у школьников	222
А.И. Осипов, Л.Н. Сережкин	
Использование квазиэкспериментального метода при выполнении лабораторных работ по направлению «Электроэнергетика и электротехника»	227
Н.В. Кирюхина	
Теоретическая физика для будущего учителя: дидактические проекции на школьный курс	233
М.С. Красин ¹ , Е.Н. Типикина ^{2,3}	
Развитие методологической культуры обучающихся при решении задач с астрономическим содержанием	241
Т.И. Трунтаева, А.В. Коновалов	
Контекстное обучение математике с литературным включением	248
А.А. Петрушин ^{1,2}	
Расчетно-экспериментальное исследование течения охлаждающего воздуха в пучке оребренных труб	257

«Актуальные вопросы фундаментальной медицины»

УДК 613.634

В.П. Алиева, А.А. Леонтьева

Гигиенические аспекты профессиональных вредностей при промышленном клининге

Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматриваются основные гигиенические аспекты и профессиональные риски, характерные для персонала в сфере промышленного клининга. Анализируются физические (шум, вибрация, микроклимат), химические (агрессивные моющие и дезинфицирующие средства, пыль) и биологические (патогенные микроорганизмы) факторы вредности. Особое внимание уделяется риску развития заболеваний дыхательной системы, кожи, опорно-двигательного аппарата и последствий хронической интоксикации. На основе тестирования, которое проводилось среди работников промышленного клининга, обосновывается комплекс мер по профилактике профессиональной заболеваемости, включающий совершенствование средств индивидуальной защиты, технологий уборки и режимов труда.

Ключевые слова: промышленный клининг, риски для здоровья, профессиональные вредности, вред, заболевания.

V.P. Alieva, A.A. Leonteva

Hygienic aspects of occupational hazards in industrial cleaning

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article discusses the main hygienic aspects and occupational risks characteristic of personnel in the field of industrial cleaning. Physical (noise, vibration, microclimate), chemical (aggressive detergents and disinfectants, dust) and biological (pathogenic microorganisms) harmful factors are analyzed. Special attention is paid to the risk of developing diseases of the respiratory system, bones, musculoskeletal system and the consequences of chronic intoxication. Based on the testing conducted among industrial cleaning workers, a set of measures for the prevention of

occupational morbidity is substantiated, including the improvement of personal protective equipment, cleaning technologies and working conditions.

Key words: industrial cleaning, health risks, occupational hazards, harm, diseases.

Введение

Промышленный клининг, как сфера деятельности, обеспечивающая санитарно-гигиеническую безопасность на производственных, коммерческих и социальных объектах, является неотъемлемой частью современной инфраструктуры. Однако сам процесс профессиональной уборки сопряжён с комплексом факторов рабочей среды, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье сотрудников. Работники клининговых компаний сталкиваются с уникальным сочетанием профессиональных вредностей, включающих химические агенты (чистящие и дезинфицирующие средства, часто в форме аэрозолей), биологические загрязнители (бактерии, вирусы, грибы), физические нагрузки (статические и динамические, ведущие к заболеваниям опорно-двигательного аппарата), а также нередко – неоптимальные микроклиматические условия и психоэмоциональное напряжение.

Цель исследования - рассмотрение гигиенических аспектов профессиональных вредностей в сфере промышленного клининга, выявление основных факторов риска и их влияние на здоровье работников.

Объект исследования – работники клининговой компании завода “Volvo”. Научная новизна - выявить профили риска, специфичные для различных объектов клининга. Обоснована ведущая роль комбинированного воздействия факторов (химический аэрозоль + физическая нагрузка + микроклимат) в формировании профессионально обусловленной патологии у клинингового персонала. Разработаны целевые гигиенические рекомендации по оптимизации режимов труда и технологических процессов для ключевых категорий работников промышленного клининга.

Материалы и методы

Проведено анкетирование и анализ медицинских карт 50 работников промышленного клининга (25 мужчин и 25 женщин) в возрасте от 28 до 55 лет со стажем работы в отрасли от 1 года до 15 лет. Анкета включала вопросы о характере работы, используемых средствах, субъективных жалобах и диагностированных заболеваниях. Данные обрабатывались методами описательной статистики.

Результаты исследования

Анализ условий труда выявил, что все работники контактируют с химическими агентами, 92% - выполняют работы, связанные с подъёмом и перемещением тяжестей (чаще мужчины), 100% - испытывают длительные статические нагрузки (чаще женщины при ручных операциях). Характерной особенностью является работа в среде повышенной влажности и сквозняках.

Результаты анкетирования по субъективным жалобам и выявленным заболеваниям представлены в Таблице 1.

Таблица 1 - Структура жалоб и профессионально обусловленных заболеваний среди работников промышленного клининга (n=50)

Категория нарушений	Конкретные жалобы и диагнозы	Распределение по полу и возрастным группам (кол-во чел. / %)	Вероятная связь с профессиональными факторами
Опорно-двигательная система	Боли в спине, суставах, остеохондроз, артроз.	Молодые (25-35 лет): 4 чел. (2М/2Ж) – 66% от группы. Средние (36-45 лет): 11 чел. (6М/5Ж) – 92%. Старшие (46-55 лет): 7 чел. (5М/2Ж) – 100%. Общая доля: 88% (М:92%, Ж:84%).	Высокая. Прямая связь с тяжелым физическим трудом, вибрацией, неэргономичным и позами. Возрастная прогрессия очевидна.
Органы дыхания	Хронический бронхит, ринит, астмоподобные симптомы, кашель.	Молодые: 4 чел. (1М/3Ж) – 66%. Средние: 10 чел. (5М/5Ж) – 83%. Старшие: 8 чел. (4М/4Ж) – 100%. Общая доля: 76% (М:72%, Ж:80%).	Высокая. Хроническое ингаляционное воздействие аэрозолей ПАВ, хлора, аммиака, пыли. Кумулятивный эффект.
Кожа и слизистые	Контактный дерматит,	Молодые: 3 чел. (1М/2Ж) – 50%.	Прямая. Постоянный

Категория нарушений	Конкретные жалобы и диагнозы	Распределение по полу и возрастным группам (кол-во чел. / %)	Вероятная связь с профессиональными факторами
	экзема, трещины, сухость.	Средние: 9 чел. (4М/5Ж) – 75%. Старшие: 8 чел. (3М/5Ж) – 100%. Общая доля: 70% (М:60%, Ж:80%).	контакт с водой, щелочами, кислотами, дезинфектантами
Нарушения репродуктивного здоровья и менструальной функции (у женщин)	Дисменорея (болезненные менструации), альгодисменорея, нерегулярный цикл, синдром предменструального напряжения.	Молодые (25-35 лет): 2 чел. (из 3Ж в группе) – 67%. Средние (36-45 лет): 4 чел. (из 6Ж в группе) – 67%. Старшие (46-55 лет): Данные могут быть искажены вхождением в перименопаузу. Общая доля у женщин фертильного возраста: ~65-70%.	Вероятная. Связана с хроническим физическим и эмоциональным стрессом, переохлаждением (работа в сырых помещениях, со льдом), подъёмом тяжестей, воздействием химических агентов с эндокринно-разрушающим потенциалом (некоторые фталаты, летучие органические соединения).
Нарушения половой функции (у мужчин)	Снижение либидо, эректильная дисфункция.	Молодые (25-35 лет): 0 чел. (из 3М в группе) – 0%. Средние (36-45 лет): 2 чел. (из 6М в группе) – 33%. Старшие (46-55	Косвенная/Вероятная. Может быть следствием хронической усталости, общего стресса, болевого

Категория нарушений	Конкретные жалобы и диагнозы	Распределение по полу и возрастным группам (кол-во чел. / %)	Вероятная связь с профессиональными факторами
		лет): 2 чел. (из 4М в группе) – 50%. Общая доля у мужчин: ~24% (6 из 25).	синдрома (опорно-двигательный аппарат), возможного влияния некоторых химических веществ (например, ряда гликолей, пестицидов в дезинфектантах) на эндокринную систему.
Орган зрения	Конъюнктивит, раздражение слизистых.	Молодые: 2 чел. (1М/1Ж) – 33%. Средние: 5 чел. (2М/3Ж) – 42%. Старшие: 5 чел. (2М/3Ж) – 71%. Общая доля: 42% (М:40%, Ж:44%).	Прямая. Острое раздражение парами летучих соединений.
Общесоматические и неврологические	Хроническая усталость, головные боли, раздражительность, нарушения сна.	Молодые: 3 чел. (1М/2Ж) – 50%. Средние: 9 чел. (5М/4Ж) – 75%. Старшие: 5 чел. (3М/2Ж) – 71%. Общая доля: 64% (М:56%, Ж:72%).	Вероятная. Результат комбинированного воздействия физических, химических и психоэмоциональных факторов труда.
Аллергические реакции	Аллергический ринит,	Молодые: 1 чел. (0М/1Ж) – 17%.	Высокая. Сенсибилизация

Категория нарушений	Конкретные жалобы и диагнозы	Распределение по полу и возрастным группам (кол-во чел. / %)	Вероятная связь с профессиональными факторами
	дерматит, бронхиальная астма.	Средние: 4 чел. (2М/2Ж) – 33%. Старшие: 4 чел. (2М/2Ж) – 57%. Общая доля: 30% (М:24%, Ж:36%).	к компонентам моющих средств, биологической пыли, плесени. Возрастной рост отражает длительность экспозиции.

На основании проведённого исследования подтверждён высокий уровень профессиональных рисков: труд в промышленном клининге является занятием повышенной опасности для здоровья. Практически все работники (88%) отмечают нарушения опорно-двигательной системы, 76% — респираторные симптомы, 70% — кожные заболевания, что прямо коррелирует с основными вредными производственными факторами (тяжёлый физический труд, химические аэрозоли, контакт с агрессивными средами).

Выявлен выраженный кумулятивный и возрастзависимый характер патологии. Данные таблицы демонстрируют чёткую тенденцию: частота и, предположительно, тяжесть большинства нарушений (опорно-двигательных, респираторных, кожных) достоверно возрастают в старших возрастных группах. Это указывает не на естественное старение, а на профессионально обусловленное изнашивание организма и накопительный эффект от длительной экспозиции вредным факторам. Работники со стажем более 10 лет составляют ключевую группу профессионального риска.

Обнаружены серьёзные риски для репродуктивного здоровья, что расширяет традиционные представления о профессиональных вредностях в данной отрасли. Высокая распространённость нарушений менструального цикла у женщин фертильного возраста (до 70%) и негативная динамика половой функции у мужчин с возрастом свидетельствуют о системном воздействии условий труда, затрагивающем нейроэндокринную регуляцию. Это связывается с комплексом стресса, физических перегрузок и возможного влияния химических агентов.

Определены гендерные особенности профессиональной заболеваемости. У мужчин доминируют тяжёлые формы патологии опорно-двигательного аппарата, связанные с выполнением наиболее тяжёлых работ. У женщин значимо выше частота кожных и аллергических заболеваний, а также нарушений менструальной функции, что требует дифференцированного подхода к профилактике и подбору средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Установлена необходимость пересмотра системы медицинского обеспечения. Существующая практика профилактических осмотров часто не учитывает отраслевую специфику. На основании полученных данных необходимо в обязательном порядке включать:

- Для всех работников: углублённый осмотр ортопеда-травматолога, пульмонолога (с проведением спирометрии), дерматолога.
- Для женщин: обязательную консультацию гинеколога.
- Для работников старше 40 лет и/или со стажем более 10 лет: консультацию эндокринолога и уролога/андролога (для мужчин).

Результаты исследования позволили разработать целевые гигиенические рекомендации по оптимизации режимов труда и технологических процессов для ключевых категорий работников промышленного клининга.

Список литературы:

1. Паспорт безопасности вещества Бутилгликоль от 01.02.2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://prom-lak.ru/wp-content/uploads/2021/06/e-5025-ru.pdf>. (дата обращения: 21.03.2025 г.).
2. Паспорт безопасности химической продукции. [Электронный ресурс]. – URL: https://dezgarant.kz/image/catalog/novyetovary/grass/dokumenty-_grass/Floor_Wash_Strong/Floor_Wash_Strong-pb.pdf (дата обращения: 21.03.2025 г.).
3. Интернет-магазин «Спецдежда» [Электронный ресурс]. – URL: <https://kpd-sp.ru/specodezhda/bahily-zashchita/> (дата обращения: 26.03.2025 г.).
4. Библиография Гигиена труда [Электронный ресурс] : учебник / Н. Ф. Измеров, В. Ф. Кириллов - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436912.html/>. (дата обращения: 17.10.2025 г.).
5. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по гигиене труда / сост. А.Я. Чамокова. – Майкоп: Магарин О.Г. - 2021. - 147 с. – URL:

[https://mkgtu.ru/vikon/sveden/files/Gigiena_truda_\(1\).pdf](https://mkgtu.ru/vikon/sveden/files/Gigiena_truda_(1).pdf). (дата обращения:
17.10.2025 г.).

О.Г. Смирнова, Н.В. Симонова, Т.Е. Алешина, А.Н. Романова, А.В. Змий
Оценка альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы у курящих
студентов-медиков

Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Проведено электроэнцефалографическое исследование функциональной активности головного мозга у курящих и некурящих студентов-медиков. Участники исследования были рандомизированы на 2 группы: в первую группу вошли некурящие студенты ($n=20$), во вторую – курящие ($n=26$). Запись ЭЭГ осуществляли в лаборатории физиологии и адаптации человека медицинского института на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4» фирмы ООО «Нейрософт» (Россия): оценивали амплитуду, доминирующую частоту, индекс и представленность альфа-ритма. Анализ фоновой электроэнцефалограммы и альфа-ритма, в частности, позволил выявить некоторые особенности у курящих обследуемых: употребление никотинсодержащей продукции способствует сокращению индекса и мощности альфа-ритма.

Ключевые слова: студенты-добровольцы, курение, электроэнцефалограмма, альфа-ритм, амплитуда, частота.

O.G. Smirnova, N.V. Simonova, T.E. Alechina, A.N. Romanova, A.V. Zmiy
Assessment of the Alpha Rhythm of the Background Electroencephalogram in
Smoking Medical Students

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

An electroencephalographic study of functional brain activity was conducted in smoking and nonsmoking medical students. Participants were randomized into two groups: the first group included nonsmoking students ($n=20$), and the second group included smoking students ($n=26$). EEG recordings were performed in the Laboratory of Human Physiology and Adaptation of the Medical Institute using a Neuron-Spectrum-4 electroencephalograph (Neurosoft LLC, Russia). The amplitude, dominant frequency, index, and alpha rhythm representation were assessed. Analysis of the background electroencephalogram (EEG) and alpha rhythm in particular revealed certain characteristics in smoking subjects: the use of nicotine-containing products contributes to a reduction in the index and power of the alpha rhythm.

Key words: student volunteers, smoking, EEG, alpha rhythm, amplitude, frequency.

Научные исследования учёных различных специальностей направлены на выявление негативных факторов и изучение их влияния на функциональное состояние организма с целью освещения в профессиональном сообществе предикторной роли факторов риска в формировании заболеваний у молодёжи. Бесспорно, что одним из ведущих факторов риска здорового образа жизни является курение, потенцирующее изменения в работе дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной и других систем. При достаточно высокой изученности проблемы отрицательного влияния никотинсодержащей продукции на организм, остаются вопросы, требующие прицельного рассмотрения и углублённых исследований, в частности, изучение функциональной активности головного мозга на фоне курения весьма фрагментарно. В связи с этим, попытка обоснования негативного влияния никотинсодержащей продукции на центральную нервную систему через проведение электроэнцефалографического (ЭЭГ) обследования студентов младших курсов медицинского института представляет интерес в проекции формирования активной позиции в отношении здорового образа жизни у будущих врачей.

Цель исследования – исследование функциональной активности головного мозга у курящих и некурящих студентов с использованием ЭЭГ.

В исследование включено 46 студентов первого-третьего курсов (63% – женщины, 37% – мужчины, средний возраст – 20,4 [18,5; 24,9] лет), обучающихся по специальностям Лечебное дело и Педиатрия в медицинском институте ФГБОУ ВО КГУ им. К.Э. Циолковского. Перед проведением обследования все участники подписали добровольное информированное согласие, что явилось одним из критериев включения в исследование. Обучающиеся с установленной согласно медицинской документации патологией нервной системы, хроническими соматическими заболеваниями в стадии обострения и инфекционными процессами в исследование не включались. Участники исследования были рандомизированы на 2 группы: в первую группу вошли некурящие студенты (n=20), во вторую – курящие (n=26). Запись ЭЭГ осуществляли в лаборатории физиологии и адаптации человека медицинского института на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4» фирмы ООО «Нейрософт» (Россия): проводили регистрацию фоновой ЭЭГ. У испытуемых регистрировали биопотенциалы головного мозга от 19 активных электродов, расположенных на скальпе

в соответствии с Международной схемой расположения электродов «10-20%». В диапазоне настоящего исследования оценивали амплитуду, доминирующую частоту, индекс и представленность альфа-ритма. Все полученные результаты статистически обрабатывались с помощью Statistica 16.0, описаны с обозначением медианы и интерквартильного размаха, статистически значимы при $p < 0,05$.

Результаты исследования показали, что при отсутствии межполушарной асимметрии альфа-ритма у всех обследуемых обеих групп наблюдаются некоторые статистически значимые особенности параметров альфа-ритма у курящих: максимальная амплитуда альфа-ритма над левым полушарием составила 820,0 [817,0; 832,0] мкВ, что достоверно превысило аналогичный показатель у некурящих, который составил 113,0 [93,0; 119,0] мкВ ($p=0,0000$); средняя амплитуда альфа-ритма над левым полушарием у курящих составила 23,0 [20,0; 26,0] мкВ, что меньше, чем у некурящих (24,0 [15,0; 28,0] мкВ, $p=0,0382$); максимальная амплитуда альфа-ритма над правым полушарием составила 810,0 [804,0; 823,0] мкВ, что достоверно превысило аналогичный показатель у некурящих, который составил 107,5 [95,0; 131,0] мкВ ($p=0,0000$); средняя амплитуда альфа-ритма над правым полушарием у курящих составила 23,0 [20,0; 27,0] мкВ, что по значениям параметра практически не отличалось от группы некурящих (23,0 [16,0; 28,0] мкВ). Таким образом, при отсутствии статистически значимых различий средней амплитуды альфа-ритма над правым полушарием, зарегистрировано достоверное снижение мощности над левым полушарием на фоне статистически значимого превышения максимальной амплитуды альфа-ритма при курении.

По данным учёных Волгоградского медуниверситета, более высокая частота альфа-ритма (≥ 10 Гц) характеризует преобладающую степень владения профессиональными умениями и навыками. Оценка доминирующей частоты альфа-ритма не позволила установить статистически значимых различий между группами ($p=0,5879$), при этом в первой группе (некурящие) показатель был выше (9,9 [9,1; 10,3] Гц), чем во второй (курящие, 9,7 [9,0; 10,3] Гц), что указывает на формирование тенденции к более эффективному обучению при отсутствии вредной привычки. Кроме того, у некурящих студентов-медиков индекс альфа-ритма по спектру в два раза больше, чем у курящих (33,2 [17,2; 39,1] % в сравнении с 16,7 [8,4; 18,7] %, $p=0,0016$). Представленность альфа-ритма в первой группе составила 81,6 [64,3; 87,8] %, во второй – 85,6 [65,1; 87,6] % на фоне отсутствия межгрупповой статистической значимости различий ($p=0,5409$).

Таким образом, анализ фоновой ЭЭГ и альфа-ритма, в частности, позволил выявить некоторые особенности у курящих обследуемых: употребление никотинсодержащей продукции способствует сокращению индекса и мощности альфа-ритма. Для подтверждения статистической значимости выявленных изменений необходимость в проведении дальнейших исследований с целью увеличения числа испытуемых добровольцев бесспорна.

Список литературы:

1. Долецкий, А.Н. Трансформация взглядов на механизм генерации и физиологическую интерпретацию альфа-ритма ЭЭГ / А.Н. Долецкий, Д.А. Докучаев, А.А. Лата // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2019. - №1. – С. 14-19.
2. Симонова, Н.В. Особенности когнитивного статуса у курящих и некурящих студентов-медиков / Н.В. Симонова, Г.О. Смирнова, Т.Е. Алешина [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2025. – № 2 (Т. 11). – С. 199-203.
3. Яценко, М.В. Особенности влияния исходного функционального состояния мозга на умственную работоспособность студентов в контексте их индивидуально типологических особенностей / М.В. Яценко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2017. – № 4 (Т. 70). – С. 168-178.

**Н.Б. Лобода, Т.Н. Кушнир, Н.В. Симонова, Ю.Д. Керимова,
Е.Е. Максименко, А.М. Гарбуз**

К вопросу о влиянии никотина на сердечно-сосудистую систему

Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Актуальность направления исследований авторов обусловлена статистическим увеличением числа курящих студентов-медиков, употребляющих никотинсодержащую продукцию. При этом трансляция знаний о негативном влиянии курения на организм должна базироваться на конкретных результатах функционального состояния органов и систем на фоне курения. Проведено комплексное обследование 65 студентов первого-четвёртого курсов медицинского института, курящих традиционные и электронные сигареты, в сравнении со здоровыми добровольцами. Полученные результаты указывают на негативное влияние курения на основные параметры сердечно-сосудистой системы, при этом сравнительная оценка показателей у потребителей традиционных и электронных сигарет свидетельствует о более выраженном отрицательном воздействии электронных средств доставки никотина на проводящую систему сердца. Проведенное исследование предполагает дальнейшее изучение с расширением выборки добровольцев с целью подтверждения статистической значимости выявленных изменений.

Ключевые слова: курение, электронные средства доставки никотина, сердечно-сосудистая система, электроэнцефалограмма, студенты-добровольцы.

**N.B. Loboda, T.N. Kushnir, N.V. Simonova, Yu.D. Kerimova,
E.E. Maksimenko, A.M. Garbuz**

On the Effects of Nicotine on the Cardiovascular System

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The relevance of the authors' research is determined by the statistical increase in the number of medical students who smoke and use nicotine-containing products. Furthermore, dissemination of knowledge about the negative impact of smoking on the body should be based on specific findings on the functional state of organs and systems during smoking. A comprehensive examination of 65 first- to fourth-year medical students who smoke traditional and electronic cigarettes was conducted, compared with healthy volunteers. The obtained results indicate a

negative impact of smoking on key cardiovascular parameters, while a comparative assessment of the parameters in traditional and e-cigarette users indicates a more pronounced negative impact of electronic nicotine delivery systems on the cardiac conduction system. This study suggests further investigation with a larger sample of volunteers to confirm the statistical significance of the identified changes.

Key words: smoking, electronic nicotine delivery systems, cardiovascular system, electroencephalogram, student volunteers.

Активная позиция в отношении здорового образа жизни у будущих врачей предполагает прежде всего исключение вредных привычек у студентов-медиков. Трансляция знаний о негативном влиянии курения на организм должна базироваться на конкретных результатах функционального состояния сердечно-сосудистой, центральной и периферической нервной, пищеварительной и других систем при употреблении никотинсодержащей продукции. В связи с этим, проведённое исследование, включающее оценку некоторых параметров сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского института КГУ им. К.Э. Циолковского, является актуальным в проекции формирования и пропаганды здорового образа жизни среди молодёжи.

Цель исследования – исследование некоторых параметров сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского института КГУ им. К.Э. Циолковского.

В исследование было включено 65 студентов первого-четвёртого курсов (57% – женщины, 43% – мужчины, средний возраст – 21,2 [18,0; 25,7] лет), обучающихся по специальностям Лечебное дело и Педиатрия в медицинском институте ФГБОУ ВО КГУ им. К.Э. Циолковского. Перед проведением обследования все участники подписали добровольное информированное согласие, что явилось одним из критериев включения в исследование. Обучающиеся с установленной согласно медицинской документации патологией сердечно-сосудистой, нервной систем, хроническими соматическими заболеваниями в стадии обострения и инфекционными процессами в исследование не включались.

Участники исследования были рандомизированы на 2 группы: в первую группу вошли некурящие студенты (n=30), во вторую – курящие (n=35); вторая группа была разделена на 2 подгруппы – курящие традиционные сигареты и использующие электронные средства доставки никотина (ЭСДН). Запись электрокардиограммы (ЭКГ) осуществляли в лаборатории физиологии и адаптации человека медицинского института

на электрокардиографе MEDINOVA ECG-9803, артериальное давление (АД) – тонометром механическим (с фонендоскопом в комплекте) LITTLE DOCTOR LD-71, частоту сердечных сокращений (ЧСС) – с использованием секундомера механического СОСпр-26-2-000. Все полученные результаты статистически обрабатывались с помощью Statistica 16.0, статистическую значимость межгрупповых различий фиксировали при $p < 0,05$.

Результаты исследования параметров сердечно-сосудистой системы показали, что после курения как в группе студентов, потребляющих обычные сигареты, так и в группе потребителей электронных сигарет, наблюдалось повышение систолического АД в среднем на 13 мм рт.ст., что статистически значимо превысило аналогичный параметр в первой группе ($p < 0,05$). При этом отсутствие отклонений систолического АД от референсного диапазона наблюдалось лишь у 20,0% курящих традиционные сигареты, у 27,3% - ЭСДН.

В отношении диастолического АД отсутствие отклонений зафиксировано у 20,0% потребителей традиционных сигарет и у 45,5% потребителей ЭСДН, причём в последней подгруппе установлены достоверные различия в динамике диастолического АД – данный показатель был достоверно выше, чем в группе курящих обычные сигареты ($p < 0,05$).

Анализ показателей ЧСС выявил более выраженное негативное влияние электронных сигарет: сразу после курения увеличение ЧСС составило +6 уд/мин против +1 уд/мин в группе обычных сигарет ($p < 0,05$).

Наиболее значимые различия выявлены при анализе ЭКГ-показателей: во второй группе (курящие) в 72,2% случаев установлено нарушение проводимости, при этом по типу неполной блокады правой ножки пучка Гиса – 60,0% случаев. Важно отметить, что среди потребителей ЭСДН нарушения проведения импульса по проводящей системе сердца зарегистрированы у 81,8% участников исследования, среди потребителей традиционных сигарет – у 57,1%.

Таким образом, полученные результаты указывают на негативное влияние курения на основные параметры сердечно-сосудистой системы, при этом сравнительная оценка показателей у потребителей традиционных и электронных сигарет на данном этапе свидетельствует о более выраженном отрицательном воздействии ЭСДН преимущественно на проводящую систему сердца. Проведённое исследование предполагает дальнейшее изучение с расширением выборки добровольцев с целью подтверждения статистической значимости выявленных изменений.

Список литературы:

1. Оценка когнитивного и нейрофизиологического статуса у курящих студентов медицинского института / Алешина Т.Е., Алиева В.П., Максименко Е.Е., [и др.] // В сборнике: Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Материалы Седьмых Калужских университетских чтений. Калуга – 2025. – С. 86-94.
2. К вопросу по формировании активной позиции в отношении к курению у студентов-медиков / Симонова Н.В.//В книге: Педагогические и методические аспекты организационной и учебно-методической работы вуза в современных условиях. Материалы всероссийской учебно-методической конференции с международным участием для преподавателей высшей школы. Хабаровск – 2025. – С. 134-136.

**А.Д. Рябичкая¹, Н.В. Симонова², В.П. Алиева², Д.А. Макаренко²,
К.И. Рогожина²**

**Оценка когнитивных способностей в течение учебного дня у студентов,
обучающихся по специальности 33.05.01 Фармация**

*¹Благовещенский государственный педагогический университет,
г. Благовещенск*

²Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Проведено исследование когнитивных способностей у студентов второго и третьего курсов, обучающихся по специальности Фармация в институте естествознания Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Всех студентов тестировали в первой (с 900 до 1100 часов) и во второй (с 1700 до 1900 часов) половине учебного дня. Оценку мнестических функций проводили с использованием методики «10 слов», концентрацию внимания определяли по методике Шульте. На основании проведённого исследования экспериментально подтверждено снижение умственной работоспособности у обучающихся во второй половине учебного дня (с 1700 до 1900 часов). Это предполагает включение оптимизированного подхода к составлению расписания лекционных и практических занятий в вузе, особенно у студентов младших курсов, с целью профилактики эмоционального выгорания и развития патологических процессов в нервной системе.

Ключевые слова: когнитивные способности, память, внимание, студенты-фармацевты.

**A.D. Ryabitskaya¹, N.V. Simonova², V.P. Alieva², D.A. Makarenko²,
K.I. Rogozhina²**

**Assessment of Cognitive Abilities During the School Day in Students
Majoring in Pharmacy**

¹Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveshchensk

²Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

A study of the cognitive abilities of second- and third-year students majoring in Pharmacy at the Institute of Natural Sciences of K.E. Tsiolkovsky Kaluga State University was conducted. All students were tested in the first (9:00 AM to 11:00 AM) and second (5:00 PM to 7:00 PM) halves of the school day. Mnestic functions were assessed using the "10 words" method, and attention span

was determined using the Schulte method. The study experimentally confirmed a decline in students' mental performance during the second half of the school day (from 5:00 PM to 7:00 PM). This suggests the need for an optimized approach to scheduling lectures and practical classes at the university, especially for junior students, to prevent emotional burnout and the development of pathological processes in the nervous system.

Key words: cognitive abilities, memory, attention, pharmacy students.

Высокая интенсивность учебного процесса, возрастающая из года в год пропорционально техническому прогрессу, предполагает значительную умственную нагрузку на обучающихся. При этом важно учитывать влияние циркадных биоритмов на функциональную активность центральной нервной системы и, как следствие, на когнитивный статус студента. Важно, что при определённом дисбалансе нейромедиаторного пула, не выходящем за пределы референсного диапазона, на фоне нарастающей гипоксии при длительном пребывании в помещении к концу учебного дня способность к выполнению заданий, требующих концентрации внимания и запоминания, снижается. В связи с этим важным аспектом качественного обучения является оптимизация расписания учебных занятий с перераспределением основной нагрузки на первую половину дня. Подтверждением обоснованного с позиции биоритмов подхода к планированию расписания лекционных и практических занятий у студентов являются результаты исследования, представленные ниже.

Цель исследования – исследование некоторых показателей умственной работоспособности у студентов института естествознания, обучающихся по специальности Фармация, в первой и второй половине учебного дня.

В исследование включено 13 студентов второго и третьего курсов, обучающихся по специальности Фармация в институте естествознания ФГБОУ ВО КГУ им. К.Э. Циолковского. Всех студентов тестировали в первой (с 900 до 1100 часов) и во второй (с 1700 до 1900 часов) половине учебного дня. Оценка мнестических функций проводили с использованием методики «10 слов», согласно которой испытуемому предлагалось воспроизвести десять односложных слов после пяти предъявлений (оценка объёма кратковременной памяти); дополнительно испытуемому предлагали воспроизвести десять слов через 60 минут (оценка объёма долговременной памяти). Концентрацию внимания у студентов оценивали с использованием методики Шульте, согласно которой в пяти таблицах Шульте испытуемому необходимо было найти цифры от 1-го до 25-ти по порядку; на основании

полученных показателей времени просчитывания каждой таблицы проводили расчет эффективности работы, степени вработываемости и психической устойчивости. Все полученные результаты статистически обрабатывались с помощью Statistica 16.0.

Оценка объема кратковременной памяти показала, что в первой половине учебного дня максимальное воспроизведение односложных слов (десять) регистрируется у 85% испытуемых после третьего предъявления, в отличие от второй половины дня, где после третьего предъявления 10 слов вспомнили 55% студентов, при этом вечером 2 респондента не смогли воспроизвести все 10 слов даже после пятого предъявления. Важно отметить, что объем долговременной памяти, констатируемый на основании воспроизведения студентами десяти ранее апробированных односложных слов через 60 минут, в утренние часы на 40% больше, чем вечером ($p < 0,05$), что было подтверждено воспроизведённым рядом слов всеми испытуемыми ($n=13$, 100%) при тестировании с 900 до 1100 часов в сравнении с аналогичным показателем у обучающихся с 1700 до 1900 часов, где все десять слов смогли воспроизвести лишь 8 человек (60%). Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о влиянии биоритмов на мнестические способности обучающихся.

Анализ концентрации внимания и психической устойчивости по методике Шульте позволил зарегистрировать референсный диапазон по параметру «время работы с таблицей Шульте» как в первой, так и во второй половине учебного дня, что свидетельствует о достаточной устойчивости темпа психической деятельности. Однако при этом важно указать на статистически значимые различия по показателям «эффективность работы» (в вечернее время среднеарифметическая длительность работы с таблицами у студентов была на 32% больше, чем в утренние часы, $p < 0,05$), «степень вработываемости» (вечером на 24% больше, чем утром, $p < 0,05$), «психическая устойчивость» (на 36% больше с 1700 до 1900 часов в сравнении с временным диапазоном 900 - 1100 часов, $p < 0,05$), что свидетельствует о снижении концентрации внимания у обучающихся во второй половине учебного дня.

В целом, подтверждённые экспериментально результаты снижения умственной работоспособности у обучающихся во второй половине учебного дня (с 1700 до 1900 часов) предполагают оптимизированный подход к составлению расписания лекционных и практических занятий в вузе, особенно у студентов младших курсов, с целью профилактики эмоционального выгорания и развития патологических процессов в нервной

системе, связанных с перенапряжением умственной деятельности и психическим истощением на фоне прогрессирования усталости к концу рабочего дня, снижающими эффективность обучения и потенцирующими формирование профессиональной некомпетентности.

Список литературы:

1. Алешина, Т.Е. К вопросу о территориальном распределении онкологических заболеваний в Калужской области / Т.Е. Алешина, А.Б. Жукова // Экология урбанизированных территорий. – 2020. - №4. – С. 6-13.
2. Симонова, Н.В. Влияние суточных биоритмов на когнитивный статус студентов второго курса, обучающихся по специальности Лечебное дело / Н.В. Симонова, Т.Е. Алешина // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2024. – № 10 (Т. 76). – С. 163-169.
3. Симонова, Н.В. Особенности когнитивного статуса у курящих и некурящих студентов-медиков / Н.В. Симонова, Г.О. Смирнова, Т.Е. Алешина [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2025. – № 2 (Т. 11). – С. 199-203.
4. Гуляева, А.С. Оценка мнестических функций у студентов-медиков в течение учебного дня / А.С. Гуляева, Н.В. Симонова, А.Н. Романова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2024. – Т. 23, № S6. – С. 177.
5. Терещенко, Т.А. Особенности концентрации внимания у студентов второго курса в течение учебного дня / Т.А. Терещенко, Н.В. Симонова, Т.Е. Алёшина [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2024. – Т. 23, № S6. – С. 176.

**Н.В. Симонова, Н.В. Коненкова, Р.А. Магомедов, И.Н. Цегельная,
А.Д. Стуколов**

**Эффективность гепатопротекторов в профилактике побочных эффектов
химиотерапии туберкулёза лёгких**

Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Проведено одноцентровое проспективное исследование с участием 86 пациентов с впервые выявленным туберкулёзом лёгких. Все пациенты получали I или IV режим химиотерапии и с первого дня лечения дополнительно в течение 10 дней гепатопротекторы: гептрал, фосфоглив, ремаксол. Все определяемые параметры сравнивали с аналогичными в контрольной группе, где пациенты получали 5% раствор глюкозы. Результаты наблюдения в течение двух месяцев подтверждают эффективность гепатопротекторного сопровождения в процессе химиотерапии туберкулёза лёгких: назначение препаратов фосфоглив (профилактическая эффективность 95%) и, в большей степени, ремаксол (100%) позволяет сохранять противотуберкулёзную терапию в полном объёме, при этом профилактическое назначение гептрала на фоне специфической химиотерапии менее выражено предупреждало развитие лекарственного поражения печени (81%). В контрольной группе развитии лекарственного поражения печени было зарегистрировано у 33% пациентов, что потребовало отмены специфической химиотерапии и раскрывает перспективы оптимизации сопроводительной терапии туберкулеза легких.

Ключевые слова: туберкулёз лёгких, противотуберкулёзная химиотерапия, побочные эффекты, гепатопротекторы.

**N.V. Simonova, N.V. Konenkova, R.A. Magomedov, I.N. Tsegelnaya,
A.D. Stukolov**

**Efficacy of Hepatoprotectors in the Prevention of Side Effects of Pulmonary
Tuberculosis Chemotherapy**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

A single-center prospective study was conducted involving 86 patients with newly diagnosed pulmonary tuberculosis. All patients received either I or IV chemotherapy regimens and, from the first day of treatment, additional hepatoprotectors (Geptral, Phosphogliv, and Remaxol) for 10 days. All measured parameters were compared with those in the control group, where patients received

a 5% glucose solution. Two-month follow-up results confirm the effectiveness of hepatoprotective support during chemotherapy for pulmonary tuberculosis: the administration of phosphogliv (95% prophylactic efficacy) and, to a greater extent, remaxol (100%) allows for the full maintenance of anti-tuberculosis therapy, while the prophylactic administration of heptral during specific chemotherapy was less effective in preventing the development of drug-induced liver injury (81%). In the control group, drug-induced liver injury was observed in 33% of patients, necessitating discontinuation of specific chemotherapy and revealing prospects for optimizing concomitant therapy for pulmonary tuberculosis.

Key words: pulmonary tuberculosis, anti-tuberculosis chemotherapy, side effects, hepatoprotectors.

Высокий риск осложнений и формирование побочных эффектов химиотерапии туберкулёза лёгких определяют масштабы проблемы туберкулёза в здравоохранении [2, с. 8; 3, с. 4]. Особое место в ряду осложнений антибактериальной терапии у пациентов с туберкулёзом лёгких занимают лекарственные поражения печени, частота развития которых достигает 75%. Установлено, что практически все используемые во фтизиатрии препараты оказывают гепатотоксическое действие различной степени выраженности, причём по выраженности гепатотоксического эффекта среди всех антибактериальных препаратов противотуберкулёзные средства занимают лидирующую позицию [5, с. 18]. Гепатопротекторные средства, наиболее часто назначаемые и применяемые в клинике, включают эссенциальные фосфолипиды, глицирризиновую кислоту (ГК), урсодезоксихолевую кислоту, сукцинатсодержащие препараты [1, с. 56; 4, с. 30; 6, с. 76]. В связи с вышеизложенным, оценка сравнительной клинической эффективности гепатопротекторов в профилактике лекарственного поражения печени при химиотерапии туберкулёза является актуальной.

Цель исследования – изучение сравнительной эффективности гепатопротекторов в профилактике побочных эффектов химиотерапии туберкулёза лёгких.

Проведено проспективное, контролируемое, рандомизированное, одноцентровое исследование с участием 86 пациентов с впервые выявленным туберкулёзом лёгких (А 15.0 – А 16.0 по МКБ-10). Все пациенты получали I-й стандартный режим химиотерапии до получения результатов посева мокроты и выявления множественной лекарственной устойчивости (МЛУ) возбудителя. При установлении МЛУ *Mycobacterium tuberculosis* и уточнения

диагноза пациентов переводили на 4-й режим химиотерапии. Пациенты были рандомизированы на 4 группы – контрольную и 3 основных: в контрольной группе пациенты получали раствор глюкозы 5% 400 мл ежедневно в течение 10 дней с первого дня противотуберкулёзной терапии; в основных группах пациенты получали гепатопротекторы гептрал, фосфоглив, ремаксол соответственно по 400 мл ежедневно в течение 10 дней с первого дня назначения противотуберкулёзных препаратов.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью Statistica.

Результаты исследования показали, что дополнение противотуберкулёзной химиотерапии гепатопротекторами влияло на частоту отмены противотуберкулёзных препаратов (ПТП) в сравнении с контрольной группой пациентов, получавших только специфическое этиотропное лечение (таблица 1). Результаты наблюдения в течение двух месяцев терапии свидетельствуют о развитии лекарственного поражения печени (ЛПП) у 33% пациентов контрольной группы, получавших ПТП без гепатопротекторного сопровождения, что потребовало отмены специфической химиотерапии. В этой же группе было зарегистрировано повышение уровня печёночных трансаминаз в 62% случаев, что стало основанием для назначения гепатопротекторов в процессе химиотерапии с целью фармакокоррекции. Профилактическое назначение гептрала на фоне ПТП менее выражено предупреждало развитие ЛПП (19% пациентов), чем назначение комбинированных гепатопротекторов, профилактическая эффективность которых составила 96% (фосфоглив) и 100% (ремаксол) в связи с единичным случаем отмены ПТП во второй основной группе и отсутствием последней в третьей основной группе. Вместе с тем, повышенные уровни печёночных трансаминаз при назначении комбинированных гепатопротекторов регистрировались в 59% и 55% случаев соответственно, однако не требовали отмены специфической химиотерапии.

Таблица 1 – Количественное распределение пациентов с туберкулёзом лёгких в зависимости от гепатопротекторного сопровождения и побочных эффектов химиотерапии, n (%).

Группы пациентов	Повышенные уровни трансаминаз, n (%)	Лекарственное поражение печени, n (%)	Отмена специфической химиотерапии, n (%)
Контрольная	13	7	7

Группы пациентов	Повышенные уровни трансаминаз, n (%)	Лекарственное поражение печени, n (%)	Отмена специфической химиотерапии, n (%)
(глюкоза), n=21	(62)	(33)	(33)
Основная 1 (гептрал), n=21	15 (71)	4 (19)	4 (19)
Основная 2 (фосфоглив), n=22	13 (59)	1 (5)	1 (5)
Основная 3 (ремаксол), n=22	12 (55)	0 (0)	0 (0)

Таким образом, профилактическое назначение препаратов фосфоглив и, в большей степени, ремаксол раскрывает перспективы оптимизации сопроводительной терапии туберкулёза лёгких.

Список литературы:

1. Влияние сукцинатсодержащих препаратов на интенсивность процессов пероксидации в условиях холодового воздействия / В.А. Доровских, Н.В. Симонова, О.Н. Ли [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2013. - № 50. – С. 56-60.
2. Елисеева, Е.В. Эпидемиологическая и микробиологическая характеристика нозокомиальных инфекций у пациентов хирургического профиля в отделениях реанимации и интенсивной терапии / Е.В. Елисеева, Е.А. Бандурова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2012. - №3 (49). – С. 8-12.
3. Современное состояние проблемы и значение службы клинической фармакологии в оптимизации использования антибактериальных лекарственных средств / В.В. Солодовников, Ю.И. Гайнуллина, Е.В. Елисеева, В.Я. Кривелевич // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2008. - №9. – С. 3-7.
4. Сравнительная эффективность ремаксоло и реамберина при поражении печени четыреххлористым углеродом в эксперименте / Н.В. Симонова, В.А. Доровских, Д.А. Бондаренко [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2018. – Т. 81, № 7. – С. 29-33.
5. Стратегия и тактика рационального применения антимикробных средств в амбулаторной практике. Евразийские клинические рекомендации.

2016 год / С.В. Яковлев, Е.В. Елисеева, М.П. Суворова [и др.] // Педиатрия. Приложение к журналу Consillium Medicum. – 2017. - №1. – С. 17-25.

6. Сукцинатсодержащий препарат в коррекции процессов липопероксидации, индуцированных введением четыреххлористого углерода / В.А. Доровских, Н.В. Симонова, Д.И. Переверзев [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2017. - № 63. – С. 75-79.

Н.В. Симонова, Н.В. Коненкова, Ш.Р. Хамроева, М.Ю. Махадова
Возможности сукцинатсодержащей фармакокоррекции в дерматологии
Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Проведено исследование с участием 46 пациенток с диагнозом Розацеа. Исследование проходило в 2 этапа: I этап исследования включал изучение параметров клинико-биохимического, антиоксидантного и психоэмоционального статуса у больных розацеа, получавших стандартную терапию, в сравнении со здоровыми добровольцами. На II этапе пациентки 1-й группы получали стандартную терапию, во 2-й группе стандартная терапия дополнена пероральным введением препарата цитофлавин внутрь по 2 таблетки 2 раза в день утром и вечером в течение 21 дня. Результаты проведённого исследования подтверждают антиоксидантный и психокорректирующий эффекты препарата цитофлавин, способного в составе стандартной терапии облегчить редукцию выраженности клинических симптомов заболевания и повысить качество жизни больных розацеа.

Ключевые слова: розацеа, цитофлавин, антиоксидантный статус, качество жизни.

N.V. Simonova, N.V. Konenkova, Sh.R. Khamroeva, M.Yu. Makhadova
Potential for Succinate-Containing Pharmacocorrection in Dermatology
Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

A study was conducted involving 46 patients diagnosed with rosacea. The study consisted of two stages: Stage I included an examination of the clinical, biochemical, antioxidant, and psychoemotional status parameters in rosacea patients receiving standard therapy, compared to healthy volunteers. In Stage II, patients in Group 1 received standard therapy, while those in Group 2 received standard therapy supplemented with the oral administration of Cytoflavin, two tablets twice daily, morning and evening, for 21 days. The results of the study confirm the antioxidant and psychocorrective effects of Cytoflavin, which, as part of standard therapy, can help reduce the severity of clinical symptoms and improve the quality of life of patients with rosacea.

Key words: rosacea, Cytoflavin, antioxidant status, quality of life.

Несмотря на совершенствование комплекса диагностических

и лечебных мероприятий в дерматологии, проблемы в фармакотерапии влияют на высокую распространённость дерматопатологий, в частности розацеа занимает седьмое место в структуре заболеваний кожи, в мире насчитывается около 45 миллионов пациентов с розацеа – распространённость дерматоза достигает 5% среди всех дерматологических диагнозов. Важную социальную проблему представляет тот факт, что первые признаки болезни регистрируются в возрасте 25-35 лет и достигают клинической выраженности к 40-50 годам – возрастному периоду, характеризующемуся максимальной социальной и физической активностью. Розацеа относится к группе психодерматологических расстройств, поскольку около 80% больных с данной нозологией входят в категорию пациентов с изменениями в психоэмоциональном статусе и находятся в состоянии хронического стресса и социальной дезадаптации, что снижает качество жизни. С другой стороны, при розацеа повышается интенсивность процессов перекисного окисления липидов, что свидетельствуют о необходимости включения в комплексную терапию дерматоза лекарственных средств, обладающих антиоксидантной активностью. Следовательно, основной целью врача при лечении розацеа является индивидуальный и обоснованный подход к подбору схемы терапии, включающей назначение как топических препаратов, так и использование фармакокорректоров, улучшающих психоэмоциональное состояние и антиоксидантный статус пациентов и позволяющих сократить сроки лечения, достигая более длительной ремиссии.

Цель исследования – изучение влияния цитофлавина на психоэмоциональный и антиоксидантный статус пациенток с розацеа.

Проведено исследование с участием 46 пациенток с диагнозом Розацеа. Все пациентки получали стандартную терапию согласно Клиническим рекомендациям по ведению больных розацеа: при эритематозно-телеангиэктатической форме – азелаиновая кислота, при папуло-пустулезной форме – метронидазол на пораженные участки кожи или азелаиновая кислота. Исследование проходило в 2 этапа: I этап исследования включал изучение параметров клинико-биохимического, антиоксидантного и психоэмоционального статуса у больных розацеа, получавших стандартную терапию, в сравнении со здоровыми добровольцами. На II этапе пациентки 1-й группы получали стандартную терапию, во 2-й группе стандартная терапия дополнена пероральным введением препарата цитофлавин внутрь по 2 таблетки 2 раза в день утром и вечером в течение 21 дня. Распределение пациенток с розацеа, включённых

в исследование, по возрастным группам было представлено преимущественно возрастной категорией 36-45 лет (44%). При осмотре у 35 женщин регистрировалась преимущественно эритематозно-телеангиэктатическая форма розацеа, у 11 – папуло-пустулезная; по степени тяжести у 72% течение заболевания соответствовало легкой степени, у 28% - средней степени тяжести. Забор венозной крови проводили до лечения и на 22-й день наблюдения. Оценивали показатели клинко-биохимического и антиоксидантного статуса. Психоэмоциональный статус пациенток оценивали с использованием тестов-опросников, определяли дерматологический индекс качества жизни (ДИКЖ). Оценку выраженности клинических проявлений проводили по критериям Investigator's Global Assessment (IGA) и дерматологическому индексу шкалы симптомов (ДИШС). Клиническая эффективность терапии оценивалась по степени редукции проявлений розацеа.

Определение маркёров оксидативного стресса у пациенток с розацеа показало, что при дерматозе увеличивается концентрация продуктов пероксидации на 25 – 43%. Активность компонентов АОС у пациенток с розацеа была ниже, чем у здоровых доноров, на 27% при определении церулоплазмينا, на 23% - витамина Е, активность каталазы уступала на 12%. Таким образом, необходимо подчеркнуть о наличии смещения равновесия в антиоксидантном статусе у больных розацеа в прооксидантную сторону на фоне отсутствия статистически значимых изменений в клиническом и биохимическом анализах крови, показатели находились в диапазоне физиологической нормы.

Накопление продуктов радикального характера при розацеа будет способствовать увеличению ионной проницаемости клеточных мембран, разобщению окислительного фосфорилирования, что индуцирует каскад биохимических реакций, отражающихся на психоэмоциональной составляющей больного, что нашло отражение при проведении тестирования, результаты которого показали, что у пациенток с розацеа в 6 раз чаще регистрируется раздражительность, неуверенность в себе, замкнутость по сравнению со здоровыми женщинами, в 4 раза чаще – депрессия и трудности общения с друзьями. Результаты оценки самочувствия, активности, настроения показали их снижение на 44, 34 и 27% соответственно.

Оптимизация стандартной терапии розацеа включением лекарственного препарата цитофлавин позволила зарегистрировать позитивные изменения: количество эритроцитов к 22-му дню наблюдения

достоверно увеличилось относительно аналогичного показателя до лечения на 17%, гематокрит – на 11% на фоне отсутствия достоверно значимых изменений в биохимических параметрах, за исключением снижения активности аланинаминотрансферазы на 32%.

Дополнение стандартной терапии розацеа цитофлавином сопровождалось достоверным снижением концентрации малонового диальдегида в динамике от начала лечения к 22-му дню наблюдения на 26%, гидроперекисей липидов – на 17% относительно контроля на фоне увеличения уровня церулоплазмينا на 44%, активности каталазы на 24%, что достоверно превысило контроль на 27% и 13% соответственно.

Положительное влияние цитофлавина на систему ПОЛ/АОС у пациенток с розацеа было подтверждено результатами психоэмоционального статуса, которые свидетельствовали о нормализации психологического состояния женщин на фоне оптимизированной терапии более выражено, чем при использовании стандартной терапии: самочувствие в процессе стандартного лечения улучшилось на 19%, активность – на 24%, настроение – на 16%, в динамике данные параметры увеличились на 64, 56 и 52% соответственно.

Согласно критериям IGA положительная динамика наблюдалась как в исследуемой группе пациенток с розацеа, получавших сукцинатсодержащий препарат в составе стандартной терапии, так и в контрольной группе, однако фармакокоррекция цитофлавином способствовала более выраженной редукции клинических симптомов: клиническая ремиссия была зарегистрирована у 19 из 26 пациенток, у 7 из 26 больных было достигнуто значительное улучшение. Оценка степени тяжести клинических проявлений в баллах по шкале ДИШС показала редукцию ДИШС на 71% на фоне стандартной терапии, на 86% - терапии, дополненной цитофлавином. Анализ дерматологического индекса качества жизни (ДИКЖ) показал снижение показателя на 33% в процессе лечения у пациенток, получавших стандартную терапию, на 43% - оптимизированную.

Таким образом, результаты проведённого исследования подтверждают антиоксидантный и психокорректирующий эффекты препарата цитофлавин, способного в составе стандартной терапии облегчить редукцию выраженности клинических симптомов заболевания и повысить качество жизни больных розацеа. На сегодняшний день доказана эффективность оптимизированной цитофлавином фармакотерапии не только различных

форм розацеа, но и акне, и ряда других заболеваний в дерматологии. Апробация цитофлавина в клинической дерматологии продолжается.

Список литературы:

1. Влияние цитофлавина на антиоксидантный статус пациентов с розацеа легкой и средней степени тяжести / М.А. Котельникова, Н.В. Симонова, В.А. Доровских, М.А. Штарберг // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2020. – Т. 83, № 7. – С. 32-37.
2. Олисова, О.Ю. Инновации в наружной терапии розацеа / О.Ю. Олисова, Н.Г. Кочергин, Е.А. Смирнова // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2017. – Т. 20, №5. – С. 270-274.
3. Сравнительная эффективность ремаксола и реамберина при поражении печени четыреххлористым углеродом в эксперименте / Н.В. Симонова, В.А. Доровских, Д.А. Бондаренко, Л.А. Носаль [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2018. – Т. 81, №7. – С. 29–33.
4. Del Rosso, J.Q. Rosacea: pathogenesis, clinical aspects, modern recommendations for treatment // Bulletin of dermatology and venereology. – 2016. – Vol. 2. – P. 21–31.

УДК 574.2

И.Н. Лыков

Влияние сигаретных окурков на окружающую среду

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Настоящая работа посвящена анализу масштабов загрязнения территории города Калуги окурками и оценке их токсикологических свойств. Ежегодный объем отходов в виде сигаретных фильтров в Калуге достигает 3–5 миллионов единиц. Экспериментальные данные свидетельствуют о негативном токсическом влиянии сигаретных окурков на исследуемые тест-организмы.

Ключевые слова: окурки сигарет, городская среда, токсичность, *Tetrahymena pyriformis*

UDC 574.2

I.N. Lykov

The impact of cigarette butts on the environment

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This work is devoted to the analysis of the extent of pollution of the territory of the city of Kaluga with cigarette butts and the assessment of their toxicological properties. The annual volume of waste in the form of cigarette filters in Kaluga reaches 3-5 million units. Experimental data indicate the negative toxic effect of cigarette butts on the test organisms under study.

Key words: cigarette butts, urban environment, toxicity, *Tetrahymena pyriformis*

Введение

По разным данным, в мире ежегодно выкуривается 6 триллионов сигарет, из которых 4,5 триллиона попадают на улицы, что составляет около 280 миллиардов окурков в год и 25–50% мусора, собираемого на дорогах. Кроме того, выброшенные окурки негативно влияют на ландшафт и качество жизни населения в общественных местах [1, 2].

Мусор от сигаретных фильтров различными путями попадает в водные экосистемы, где происходит выщелачивание химических веществ, некоторые

из которых являются канцерогенами [3, 4]. Имеются данные о том, что один окуроч способен загрязнить тысячу литров воды токсичными веществами в концентрациях, превышающих установленные нормы воздействия [5]. Сигаретные фильтры выступают как значимый источник микропластика. Каждый из них содержит около 17 тысяч плотно спрессованных Y-образных волокон ацетата целлюлозы, который является полусинтетическим полимером [6]. Скорость распада таких фильтров выше по сравнению с традиционными полимерами. Но она значительно варьирует в зависимости от условий утилизации. Например, в лабораторных и полевых условиях время деградации сигаретных фильтров составляет до 5 лет, в компосте – до 7,5 лет, а на поверхности почвы – до 14 лет [7]. В среднем один окуроч ежедневно выделяет в водную среду около сотни микроволокон размером от нанометра (0,001 мм) до двухсот мкм [8]. Большинство из этих волокон имеют размер от 0,001 мм до 0,2 мм. Попадая в окружающую среду, нанопластик проникает в пищевые цепи и оказывает серьезное воздействие на здоровье человека [9].

Методы исследования

Методом анонимного опроса в магазинах города собрана многолетняя информация о динамике продажи сигарет. С помощью визуального систематического наблюдения выполнен анализ плотности выброшенных окуроч в различных районах города Калуги в радиусе 25 м от места наблюдения. Обследования проводили с мая по октябрь с 8 часов утра до 17 часов вечера.

Фильтры без остатков табака и фильтры с остатками табака измельчали с помощью пестика и ступки. Измельченный фильтр помещали в 500 мл дехлорированной водопроводной воды и настаивали для выщелачивания в течение 12, 24, 36 и 48 часов с периодическим перемешиванием. Перед использованием настоя фильтровали через фильтровальную бумагу.

Для оценки токсичности настоев сигаретных окуроч использовали автоматизированную биотехническую систему «Биолат-2». В качестве тест-организмов использовали культуры инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Полученные данные подвергали статистическому анализу.

Результаты исследования

Статистика реализации сигарет в городе Калуге свидетельствует о сокращении тренда продажи табачной продукции среди населения. В результате доля некурящих жителей выросла до 56% в период с 2018 по 2024 год (рис. 1).

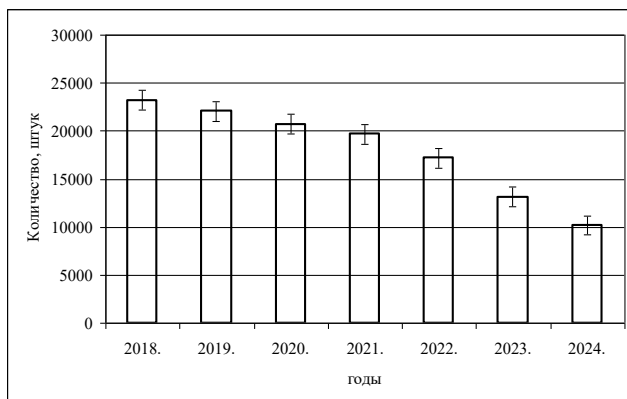


Рис. 1. Динамика продажи сигарет в городе Калуге

Особо необходимо отметить изменение полового распределения этой вредной привычки: если количество мужчин, отказывающихся от курения, увеличилось, то среди женщин наблюдается противоположная тенденция – рост курящих на 21,7% (рис. 2).

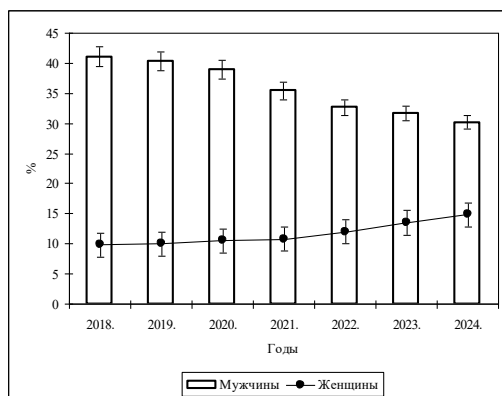


Рис. 2. Динамика полового распределения продажи сигарет в г. Калуге

Анализ распространения сигаретных окурков по городу выявил неравномерное и повсеместное загрязнение: наибольшая концентрация сигаретных отходов обнаружена в местах скопления людей – у остановок транспорта, вокзалов (железнодорожного и автовокзала). В парках и скверах ситуация менее критична (табл. 1).

Таблица 1 - Распределение сигаретных окурков в местах наблюдения

Места наблюдения	Количество окурков (штук/м ²)
Парк им. К. Э. Циолковского	3,8±1,5
Сквер Мира (скамейки)	4,1±3,1
Площадь Победы (скамейки)	2,7±0,7
Бульвар ул. Степана Разина	57±9,2
Остановки общественного транспорта	62±8,4
Супермаркеты и продовольственные магазины	47±5,1
Железнодорожный вокзал	59±7,7
Рынки	32±3,3

Исследование, проведенное с использованием теста на простейшем микроорганизме *Tetrahymena pyriformis*, подтвердило наличие токсичных веществ в сигаретных фильтрах, что вызывает серьезные опасения. Результаты эксперимента показали, что уровень токсичности варьируется в зависимости от типа окурка (рис. 3а, 3б). Наиболее опасными оказались выкуренные окурки с остатками табака. Это открытие подчеркивает важность проблемы, связанной с загрязнением городской среды и водных ресурсов отходами сигарет.

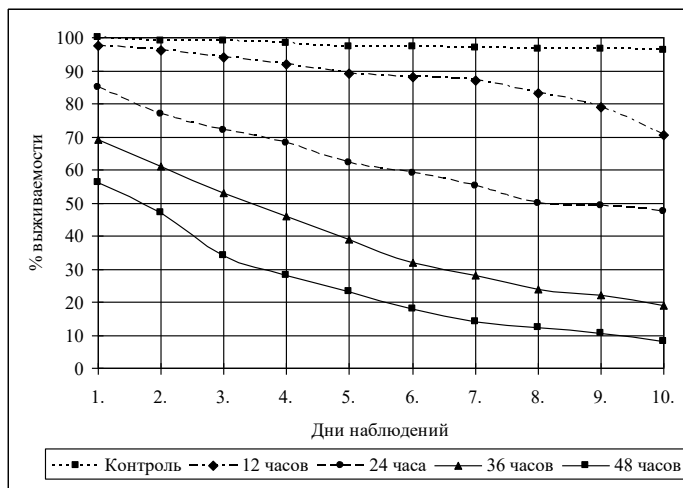


Рис. 3а. Токсичность для *Tetrahymena pyriformis* фильтрата сигаретных окурков без табака

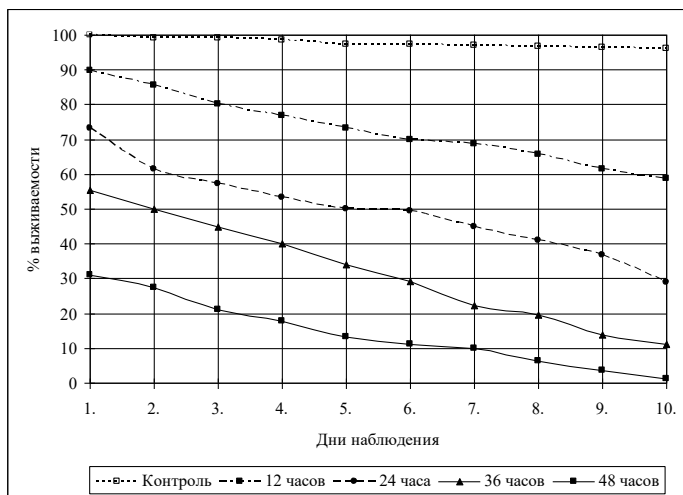


Рис. 3б. Токсичность для *Tetrahymena pyriformis* фильтрата сигаретных окурков с табаком

Выводы

1. За период с 2018 по 2024 годы наблюдается общая тенденция к снижению продаж сигарет в Калуге.

2. Несмотря на уменьшение числа курящих мужчин, доля женщин курильщиц увеличилась на 21,7% к 2024 году по сравнению с 2018 годом.

3. Окурки сигарет представляют собой широко распространенный вид мусора в городской среде. Наибольшее количество окурков зафиксировано на остановках общественного транспорта, в районе железнодорожного и автовокзалов, а также возле скамеек на бульваре.

4. Курение влечет за собой рост токсичности сигаретных фильтров. Наиболее опасными для *Tetrahymena pyriformis* оказались выкуренные окурки с остатками табака.

5. Сигаретные окурки являются значительным источником химического загрязнения городской экосистемы и окружающей среды, а также источником микропластика.

Список литературы:

1. Bonanomi G., Maisto G., De Marco A. et al. The fate of cigarette butts in different environments: Decay rate, chemical changes and ecotoxicity revealed by a 5-years decomposition experiment // Environ. Pollut. – 2020. 261:114108. doi: 10.1016/j.envpol.2020.114108.
2. Dobaradaran S., Soleimani F., Akhbarizadeh R., Schmidt T.C., Marzban M., BasirianJahromi R. Environmental fate of cigarette butts and their toxicity in aquatic organisms: A comprehensive systematic review // Environ. Res. – 2021. 195:110881. doi: 10.1016/j.envres.2021.110881.
3. Valcárcel Y., González Alonso S., Rodríguez-Gil J.L., Gil A., Catalá M. Detection of pharmaceutically active compounds in the rivers and tap water of the Madrid Region (Spain) and potential ecotoxicological risk // Chemosphere. – 2011. – Vol. 84(10). – P. 1336-1348. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.05.014.
4. Green D.S., Tongue A.D.W., Boots B. The ecological impacts of discarded cigarette butts // Trends. Ecol. Evol. – 2022. – Vol. 37(2). – P. 183-192. doi: 10.1016/j.tree.2021.10.001.
5. Torkashvand J., Farzadkia M., Sobhi H.R., Esrafil A. Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: A comprehensive systematic review // J. Hazard Mater. – 2020. – 383:121242. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.121242.
6. Belzagui F., Buscio V., Gutiérrez-Bouzán C., Vilaseca M. Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern // Sci. Total Environ. – 2021. – Vol.25. 762:144165. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144165.
7. Joly F.X., Coulis M. Comparison of cellulose vs. plastic cigarette filter decomposition under distinct disposal environments // Waste Manag. – 2018. – Vol. 72. – P. 349-353. doi: 10.1016/j.wasman.2017.11.023.

8. Mušič B., Kokalj A. J., Škapin A. S. Influence of Weathering on the Degradation of Cellulose Acetate Microplastics Obtained from Used Cigarette Butts // Polymers – 2023. – Vol. 15(12). – P. 27-51. <https://doi.org/10.3390/polym15122751>.
9. Everaert S., Schoeters G., Lardon F., Janssens A., Van Larebeke N., Raquez J.M., Bervoets L., Spanoghe P. Protecting public health and the environment: towards a general ban on cellulose acetate cigarette filters in the European Union // Front Public. Health. – 2023. 11:1282655. doi: 10.3389/fpubh.2023.1282655.

Н.В. Ергольская, М.А. Шкребенюк
Оценка санитарно-гигиенических условий и организации
обучения студентов

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Измерены показатели естественного, искусственного и комбинированного освещения, световой коэффициент, температура, относительная и абсолютная влажность воздуха в учебных помещениях Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Показан недостаточный уровень естественного освещения и низкий световой коэффициент. Показатели комбинированного освещения, уровень абсолютной и относительной влажности соответствовали нормативам. За период 2021-2024 отмечено улучшение показателей освещённости учебных аудиторий. Организация рабочих мест и расписание занятий обучающихся соответствовали действующим санитарно-гигиеническим требованиям.

Ключевые слова: естественное и комбинированное освещение, световой коэффициент, КЕО, абсолютная и относительная влажность, микроклимат, размеры мебели, учебное расписание.

N.V. Ergolskaya, M.A. Shkrebenok
Assessment of health and hygiene conditions and organization
student education

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

Indicators of natural, artificial and combined lighting, light coefficient, temperature, relative and absolute humidity in the educational premises of Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky. Insufficient level of natural light and low light coefficient are shown. Combined lighting parameters, absolute and relative humidity level complied with the standards. For the period 2021-2024, there was an improvement in the indicators of illumination of classrooms. The organization of workplaces and the schedule of classes of students corresponded to the current sanitary and hygienic requirements.

Key words: natural and combined lighting, light coefficient, KEO, absolute and relative humidity, microclimate, furniture dimensions, training schedule.

Успешное освоение знаний и развитие личности в значительной степени зависят от комфортных и безопасных условий, в которых происходит этот процесс. Университет – это не просто место получения информации, но и пространство, где студенты проводят значительную часть своего времени, формируя свой характер, развивая навыки и готовясь к будущей профессиональной деятельности. Обучение в университете – это процесс, который требует не только качественных знаний, но и комфортных условий для усвоения информации. Важную роль в этом играет санитарно-гигиеническое состояние учебных помещений [1]. От качества воздуха, освещения, температурного режима и других факторов зависит не только здоровье студентов, но и их способность концентрироваться, успешно справляться с учебной нагрузкой, сохранять мотивацию и развивать творческий потенциал. В связи с этим, целью настоящей работы явилась оценка санитарно-гигиенических условий обучения студентов института естествознания КГУ им. К.Э. Циолковского.

Исследование было проведено в 16 учебных аудиториях 1, 2 и 3 учебных корпусов КГУ им. К.Э. Циолковского. Были измерены показатели естественного, искусственного и комбинированного освещения, световой коэффициент, температура, относительная и абсолютная влажность воздуха, а также антропометрические параметры (высота парт и стульев). Исследование базировалось на требованиях [2, 3]. Выбор аудиторий происходил в соответствии с расписанием, согласно которому проходили занятия у групп 1 курса Института естествознания.

Влажность воздуха и температуру измеряли с помощью аспирационного психрометра Ассмана и цифрового комнатного гигрометра «НТС-1». Время проведения замеров - с 10:00 до 15:00 - соответствовало основному учебному расписанию и характеризовалось стабильной эксплуатацией систем отопления и вентиляции. Измерения проводились в декабре 2024 и феврале 2025 года. Измерения показателей температуры проводились в холодное время года, когда разница между температурой наружного воздуха и средней температурой воздуха самого холодного месяца зимы не превышала 5 градусов Цельсия [4, 5]. Процедура измерений осуществлялась с учётом рекомендаций [6]. Освещённость измеряли люксметром «ТКА-люкс». Методика измерений основывалась на требованиях [7, 8]. Измерения проводились в период с 10:00 до 14:00 часов - временном интервале, соответствующем максимальной естественной освещённости в зимний период.

Для оценки расписания студентов института естествознания

учитывались его плотность и наличие академических окон, распределение учебной нагрузки по дням недели, чередование дисциплин и сложности занятий.

Исследование естественного освещения аудиторий показало, что его уровень был недостаточным. Данные замеров естественного освещения представлены в таблице 1. Оптимальным значением считается уровень освещения 400 лк [2].

Таблица 1 – Результаты измерений естественного освещения

Номер аудитории	Естественное освещение, лк	СК	КЕО _{ср}	Комбинированное освещение, лк
808к1	278	0,08	5,049	379
303к1	159	0,0837	3,759	391
411к1	112	0,1124	12,05	858
115к3	252	0,1029	4,344	591
213к3	395	0,10762	22,8	542
236к2	167	0,1346	5,528	224
238к2	327	0,1754	5,966	421
913к1	291	0,086	5,678	465
222к2	441	0,1674	8,464	633
240к2	280	0,1689	2,067	980
241к2	314	0,125	3,963	1005

Световой коэффициент (СК - отношение площади остеклённой поверхности к площади пола) должен составлять не менее 1:6 (0,1666) [9]. Данный показатель в большинстве аудиторий оказался ниже нормативных значений (табл. 1).

Коэффициент естественной освещённости (КЕО) показывает, какую долю в процентах в данной точке помещения составляет освещённость от одновременной горизонтальной освещённости под открытым небом. В учебных помещениях при одностороннем боковом естественном освещении КЕО на рабочей поверхности парт в наиболее удалённой от окон точке помещения должен быть не менее 1,5% [10]. Можно видеть, что КЕО в исследованных аудиториях в пределах нормы (табл. 1).

В связи с недостаточностью естественного освещения во всех аудиториях используется комбинированное освещение. Результаты

измерений параметров комбинированного освещения (табл. 1) в большинстве аудиторий показали соответствие нормативам [7]. В аудиториях 236/2, 808/1, 913/1 были выявлены неработающие лампы, что обусловило снижение интенсивности искусственного освещения. Нами была сделана заявка о необходимости замены ламп, после чего нарушения были устранены. Регулярный мониторинг состояния осветительного оборудования в учебных помещениях позволит поддерживать стабильный уровень освещённости и минимизировать негативное воздействие недостаточного освещения на здоровье студентов и качество образовательного процесса.

Таблица 2 – Результаты исследования освещённости учебных аудиторий за 2021, 2022, 2024 год

Год исследования	Номер аудитории	Средняя освещённость, лк	Минимальное значение в аудитории	Максимальное значение в аудитории
2021	308к1	387	340	430
	309к1	381	315	440
	408к1	397	360	435
	409к1	413	370	480
	128А к2	412	390	430
	306к1	263	240	280
	401к1	339	306	380
2022	308к1	367	323	405
	309к1	386	307	432
	408к1	410	360	443
	409к1	403	350	440
	706к1	348	258	460
	707к1	382	250	520

Год исследования	Номер аудитории	Средняя освещённость, лк	Минимальное значение в аудитории	Максимальное значение в аудитории
	708к1	363	230	490
	709к1	370	230	370
2024	705к1	568	427	710
	706к1	621	586	657
	707к1	629	600	658
	708к1	671	680	662
	709к1	665	670	660
	710к1	456	408	505
	711к1	620	560	681
	226к2	521	456	586
	111к3	475	430	520
	113к3	500	400	600
	313к3	525	450	600

В 2021, 2022 и 2024 годах в рамках специальной оценки условий труда в учебных кабинетах были проведены замеры уровня освещённости рабочих мест. Полученные результаты представлены в таблице 2. Можно отметить, что в 2021 и 2022 годах в некоторых аудиториях минимальное значение освещённости и средняя освещённость были ниже нормативных значений [2, 7, 10], что могло быть обусловлено износом светового оборудования. Минимальная освещённость не должна быть ниже 300 лк, средняя – 400 лк [10]. В 2024 году ситуация значительно улучшилась. Можно видеть соответствие всех исследуемых показателей освещённости нормативным значениям. Следует отметить, что ряд исследуемых аудиторий представляют собой компьютерные классы, в которых требования [2, 7, 10] к освещённости выше (не менее 500 лк), что обусловлено напряженной зрительной работой.

Улучшение освещённости аудиторий позволит сохранить зрение студентов в условиях повышенной зрительной нагрузки. Следует отметить, что во всех обследованных помещениях коэффициент пульсации освещения не превышал 5%, что исключает дополнительное негативное влияние на зрение обучающихся.

Таблица 3 – Параметры микроклимата учебных помещений

Номер аудитории	Температура, °С	Абсолютная влажность, г/м ³	Относительная влажность, %
808к1	20,9	12,9	23
303к1	24,4	14,8	26
411к1	24	14,5	22
115к3	22,3	10,6	20
213к3	22,2	13,0	22
236к2	21,7	14,6	31
238к2	20,5	13,4	20,5
913к1	24,5	13,3	23
222к2	23,4	13,1	20
240к2	22,3	14,4	21
241к2	23,5	18,5	23
248к2	15,5	8,2	21
250к2	18,7	10,1	29

Исследование параметров микроклимата учебных помещений показало, что в большинстве случаев изучаемые показатели соответствовали нормативным требованиям [2, 3, 4] (табл. 3). Согласно [2], в холодный период года в помещениях, в которых люди заняты умственным трудом, учебной, оптимальная температура воздуха должна составлять 19-21 °С, допустимая – 18-23 °С. Исследование температуры позволило выделить отдельные учебные аудитории с повышенной (303к1, 411к1, 913к1, 222к2) и с пониженной (248к2) температурой воздуха. Известно, что превышение верхнего температурного предела приводит к перегреву, сопровождающемуся утомляемостью, снижением концентрации внимания и риском теплового удара. В свою очередь, воздействие низких температур чревато переохлаждением, ослаблением иммунитета и развитием простудных заболеваний [10].

Наиболее холодной среди всех обследованных помещений оказалась аудитория 248к2, где температура воздуха составила 15,5°C, что ниже нормативных значений [2]. Причиной этого были неотрегулированные рамы одного окна, образующие щель, через которую в помещение заходил холодный воздух. Нами была сделана заявка на ремонт рамы, и неисправность вскоре была устранена.

Показатели абсолютной влажности соответствовали нормативам (10 г/м³). Средние показатели относительной влажности воздуха в учебных аудиториях варьировали от 20 до 31%, что соответствует допустимым значениям [2, 3], согласно которым допустимый диапазон относительной влажности составляет от 15 до 75 %; однако оптимальные показатели должны составлять 30-45 %. Значения влажности в аудиториях можно считать недостаточно комфортными для длительного пребывания людей. Недостаточная влажность воздуха может обуславливать жажду, пересыхание слизистых оболочек [11].

По результатам проведённого обследования учебных помещений установлено, что организация рабочих мест обучающихся соответствует действующим санитарно-гигиеническим требованиям [10]. Во всех кабинетах соблюдено нормативное расположение парт, параметры мебели соответствуют антропометрическим данным обучающихся. Существующие параметры рабочих мест создают оптимальные условия для учебного процесса: обеспечивают правильную посадку, способствуют сохранению осанки, минимизируют утомляемость и исключают риск травматизма.

Анализ расписания студентов 1 курса Института естествознания показал, что у всех групп расписание организовано достаточно компактно, нет окон и занятий в вечернее время суток. Вместе с тем у некоторых групп было отмечено в ряде случаев неравномерное распределение занятий по дням недели. Так, у группы Б-ПГБ-11 в четверг по числителью в расписании стояла всего 1 пара, а в остальные дни нагрузка была значительно больше. Наиболее загруженным днем для всех направлений являлась пятница, когда количество пар достигало 4–5, что соответствует максимально допустимому значению. Поскольку к концу недели накапливается утомление, целесообразно наибольшую нагрузку планировать в середине недели. Продолжительность перемен между парами составляет не менее 10 минут. Большая перемена (после 2 или 3 пары) продолжительностью 30 - 40 минут в университете отсутствует. Вместо одной большой перемены допускается после 2 и 3 пары устанавливать две перемены по 20 минут каждая [10].

Выводы

1. Средние показатели температуры воздуха и освещённости в учебных помещениях в большинстве случаев соответствуют оптимальным значениям.

2. Уровень относительной влажности (23,1%) и абсолютной влажности (13 г/м³) являются допустимыми, но не оптимальными.

3. Наблюдается положительная динамика улучшения параметров микроклимата (освещённости, влажности и температурного режима), что способствует оптимизации условий обучения.

4. Организация учебного процесса в КГУ соответствует современным требованиям: расписание составлено рационально без перегрузок студентов, а используемая мебель отвечает эргономическим требованиям.

Список литературы:

1. Влияние параметров микроклимата на работоспособность учащихся / Смирнова Е.Е., Иванова И.И. // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 5. – С. 100–106.
2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: издание официальное: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021: введен 01.03.2021. [Электронный ресурс]. – URL: https://nagut6.gosuslugi.ru/netcat_files/174/2801/SP123685_21.pdf.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: межгосударственный стандарт Российской Федерации: издание официальное: введен 2013-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rsoserv.ru/wp-content/uploads/2022/11/GOST-30494-2011-Zdaniya-zhilye-i-obshhestvennyye-Parametry-mikroklimata-v-pomeshheniyah-1.pdf>.
4. Богословский, М.М. Микроклимат помещений общественных зданий: нормативные требования и методы оценки / М.М. Богословский, А.С. Петров // Строительство и архитектура. – 2023. – № 3. – С. 45-52.
5. Методические рекомендации по оценке качества воздуха в помещениях / под ред. А.А. Сидорова. – Москва: Минздрав России, 2020. – 60 с.
6. СП 118.13330.2012. Свод правил. Общественные здания и сооружения: актуализированная редакция СНиП 31-06-2009: утвержден

Минрегионом Российской Федерации 29.12.2011 № 635/10: введен 01.01.2013. – Москва: ФГУП ЦПП, 2014. – 21 с.

7. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение: актуализированная редакция СНиП 23-05-95: утвержден Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 7.11.2016 № 777/пр: введен 8.05.2017. [Электронный ресурс]. – URL: <https://kola.rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/kola/uploaded-files/08-16-sp-52133302016-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osveshchenie-aktualizirovannaya-redaktsiya-snip-23-05-95-1.pdf>

8. ГОСТ Р 54944-2012. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: введен 2012-07-30. [Электронный ресурс]. – URL: <https://irtechnologies.ru/assets/gost-r-54944-2012.pdf>.

9. Андреева, Г.В. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Стройиздат, 2022. – 254 с.

10. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.12.2010: введен 1.09.2011. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12083577/>

11. Сердюк В. С., Стищенко Л. Г., Бардина Е. Г. Производственная санитария и гигиена труда: учеб. Пособие / В.С. Сердюк, Л.Г. Стищенко, Е.Г. Бардина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 240 с.

В.Е. Кузьмичев

**К вопросу о восстановлении генетической структуры
местной популяции пчёл**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

На основе морфометрических и генетических исследований нами выявлено постепенное вытеснение доминировавшей в конце прошлого века в Калужской области среднерусской породы на краинскую, отмечено преобладание признаков итальянской и серой горной кавказской пород.

Ключевые слова: медоносная пчела, слёт пчелосемей, дрейф генов, закон Харди-Вайнберга.

V.E. Kuzmichev

On the issue of restoring the genetic structure of the local bee population

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

Based on morphometric and genetic studies, we have revealed the gradual displacement of the Central Russian breed, which dominated at the end of the last century in the Kaluga Region, to the Krajin breed, and the predominance of Italian and gray mountain Caucasian breeds.

Key words: the honey bee, the gathering of bee colonies, gene drift, the Hardy-Weinberg law.

В монографии Р.А. Ильясова, А.Г. Николенко и соавторов (2015) [1] указывается, что подвид темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* имел естественный ареал вдоль северной границы Европы и эта пчела оптимально адаптирована к холодному континентальному климату. За прошедшие два века ареал темной лесной пчелы в Европе заметно сократился из-за интенсивных вырубок лесов, массовой интродукции в северные регионы южных рас пчёл, распространения новых патогенов: варроатоз, аскосфероз и азиатский нозематоз типа С, вызываемый микроспоридией *Nosema ceranae* Fries et al., 1996.

Наблюдается тенденция разведения «лучших пчел», которая сопровождалась заменой местных пчел эволюционной ветви М южными подвидами эволюционной ветви С — итальянскими (*A.m.ligustica*), кавказскими (*A.m. caucasica*), краинскими (*A.m.carnica*) и другими, а также искусственно выведенными породами бэкфаст, тройзек и другими [1].

На основе морфометрических и генетических исследований рабочих особей местной популяции медоносной пчелы в Калужской области нами выявлено постепенное вытеснение доминировавшей в конце прошлого века среднерусской породы на краинскую (карпатскую), а в последние десятилетия отмечено преобладание признаков итальянской и серой горной кавказской (СГК) пород. На фоне такого «дрейфа породности» прослеживается увеличение частоты гибели пчелосемей зимой и необъяснимого слёта пчел осенью [2,3].

В настоящее время большинство пчелосемей на товарных пасеках являются полиандрическими гибридами. Трутневый фон в таком случае будет представлен десятками вариантов генотипов, тяготеющих к той или иной породе. Каждая рабочая особь является носителем половины генома матки, а вторая половина генома ей досталась от одного из десятка-двух трутней, с которыми матка спарилась. При получении пользовательских маток на каждой пасеке неизбежно будут получаться сложногобридные пчелосемьи. Для сохранения генетического единообразия пчелосемей пасеки необходима планомерная замена всех маток на чистопородных и создание контролируемого регионального трутневого фона [3].

Лаборатория генетики и биоинженерии пчёл ведёт мониторинг породного состава пчёл в Калужском регионе с 1992 года. И до 2012 года породный состав пчёл в Калужской области смещался от среднерусской породы, доминировавшей в конце прошлого века, к краинской, захватившей доминирующие позиции к 2010-2015 годам. Снизилась средняя сила семей, уменьшились медосборы, ухудшились результаты зимовки. Зато злобливость пчёл отчётливо уменьшилась с 4-5 баллов у среднерусской до 2-3 баллов у краинской и даже 1 балла у гибридов с большой примесью итальянской породы [4].

Нами было сделано несколько попыток выправить породный состав нашей пасеки. Главным препятствием, как и ожидалось, явился окружающий трутневый фон, формируемый достаточно многочисленными окрестными пасеками. Данная статья – это краткий отчет об одном из эпизодов этой работы.

В 2022 году было приобретено 4 матки из Пермского края *A.m.mellifera*. Семьи были проверены по породности рабочих особей и по зимостойкости (табл.1). В таблице видно, что только по двум особям не подтвердилась их чистопородность. Но это могли быть и залетные пчелы, так как пчелы способны блуждать между ульями. Такая же картина наблюдалась и у потомства других трёх племенных маток. После успешной

зимовки во всех племенных семьях было обнаружено минимальное количество подмора и отмечено дружное весеннее развитие.

Таблица 1. Результаты анализа породности исходных маток (F0) - чистопородная семья (CI - кубитальный индекс).

A	B	C	D	E	F
№ позиции	Предполагаемая порода				CI
	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica	
1	Mellifera				1,350
2	Mellifera	Caucasica			1,836
3	Mellifera				1,340
4	Mellifera				1,293
5	Mellifera				1,464
6	Mellifera				1,598
7	Mellifera				1,196
8	Mellifera				1,135
9	Mellifera				1,403
10	Mellifera				1,802
11	Mellifera				1,354
12	Mellifera				1,563
13					1,674
14	Mellifera				1,364
15	Mellifera				1,460
16	Mellifera				1,554
17	Mellifera				1,451
18	Mellifera				1,748
19	Mellifera				1,496
20	Mellifera				1,436
21	Mellifera				1,431
22	Mellifera				1,305
23	Mellifera				1,377

В мае 2023 года были выведены их потомки – матки F1, которыми заменили маток во всех семьях пасеки. Облёт маток производился в микронуклеусах на этой же пасеке. Морфометрический анализ породности особей из гибридных семей F1 выявил признаки четырёх пород: серой горной кавказской, среднерусской, карники и итальянской.

В том же 2023 году в конце июля часть маток F1 в селекционных целях заменили на маток поколения F2. И уже осенью 2023 года необъяснимо слетели 7 семей - гибридов первого и второго поколений.

В сезон 2024 года матки из наилучших по зимостойкости и мёдопродуктивности семей стали родоначальницами поколения маток F3, которыми были заменены матки из давших неудовлетворительные результаты семей. Осенью 2024 года не отмечено ни одного слёта, что можно связать с «улётом» и выбраковкой неудачных генетических комбинаций, то есть воздействием естественного и искусственного отбора вкупе с аномальной климатической ситуацией осени и зимы 2024 года.

Таблица 2. Результаты анализа породности маток F1 - гибрид СГК и среднерусской породы с примесью итальянок и карники.

№	A	B	C	D	E	F
2	позици	Предполагаемая порода				CI
3	1	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica	2,063
4	2		Caucasica			2,235
5	3					1,813
6	4	Mellifera				1,616
7	5	Mellifera				1,739
8	6		Caucasica			2,094
9	7		Caucasica			1,819
10	8	Mellifera	Caucasica			2,010
11	9	Mellifera	Caucasica			1,905
12	10	Mellifera	Caucasica			1,757
13	11	Mellifera				1,863
14	12	Mellifera	Caucasica			1,762
15	13		Caucasica			2,254
16	14		Caucasica	Ligustica	Carnica	2,357
17	15		Caucasica			2,023
18	16		Caucasica			1,902
19	17		Caucasica	Ligustica	Carnica	2,721
20	18	Mellifera				1,782
21	19					1,910
22	20		Caucasica			1,975
23	21		Caucasica			1,854

В полученных гибридах первого и второго поколений обнаружен значительный уровень интрогрессии генов южных пород (серой горной кавказской, карники и итальянской) в местной генофонд. На что указывает «дрейф» индексов от среднерусской к СГК и итальянской расам. В поколениях F2 и F3 признаков исходной среднерусской породы практически не наблюдалось.

Таким образом, практически за один пчеловодный сезон под воздействием мощного внешнего давления трутневого генофонда привнесённые гены среднерусской породы элиминировались. Этот дрейф

вызван многочисленными возвратными скрещиваниями в каждом последующем поколении, что и обуславливает закрепление несвойственных данной популяции аллелей некоторых генов в полном соответствии с генетическим законом Харди-Вайнберга. Сдвинуть эту ситуацию вспять можно, только проводя планомерную работу по восстановлению популяции среднерусских пчёл.

Можно видеть, что гены среднерусской породы «вымылись» из-за наличия «южного» трутневого фона. То есть, точечные вливания среднерусской породы не приведут к её реинтрогрессии. Нужна планомерная работа по обратному дрейфу породности. Этому должно способствовать и параллельное давление естественного отбора.

Таблица 3. Результаты анализа породности маток F2 - сложный гибрид СГК, итальянок и карники.

№ позици	Предполагаемая порода				CI
	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica	
1			Ligustica	Carnica	2,349
2					1,634
3		Caucasica			2,258
4			Ligustica	Carnica	2,883
5				Carnica	2,199
6					1,712
7			Ligustica	Carnica	2,324
8					1,943
9		Caucasica			1,746
10	Mellifera	Caucasica			1,978
11			Ligustica	Carnica	2,715
12		Caucasica	Ligustica	Carnica	2,170
13					1,692
14		Caucasica			2,153
15			Ligustica	Carnica	2,254
16				Carnica	2,316
17			Ligustica	Carnica	2,323
18			Ligustica		2,092
19				Carnica	2,491
20		Caucasica	Ligustica	Carnica	2,213
21		Caucasica			2,551
22			Ligustica		2,108
23					1,805

Таблица 4. Результаты анализа потомства маток Бакфаст из д. Мужитино Калужской области.

	A	B	C	D	E	F
1	№	Предполагаемая порода				CI
2	позиции	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica	
3	1					1,812
4	2		Caucasica			1,934
5	3					1,901
6	4		Caucasica			1,841
7	5		Caucasica			2,072
8	6		Caucasica	Ligustica		2,061
9	7					1,899
10	8		Caucasica			1,785
11	9					1,597
12	10					1,996
13	11	Mellifera				1,610
14	12	Mellifera				1,353
15	13					1,850
16	14		Caucasica			1,803
17	15		Caucasica			1,760
18	16		Caucasica			1,853
19	17		Caucasica	Ligustica		2,086
20	18					1,716
21	19				Carnica	2,292
22	20					1,702
23	21		Caucasica			1,912
24	22		Caucasica			1,904
25	23		Caucasica			1,860
26	24		Caucasica			2,012
27	25		Caucasica			1,943
28	26					1,783
29	27		Caucasica			1,878
30	28					1,548
31	29			Ligustica		2,063
32	30					1,679
33	31					1,987
34	32		Caucasica			2,367
35	33		Caucasica	Ligustica		2,104
36	34					1,793
37	35		Caucasica			1,767
38	36		Caucasica	Ligustica		2,029
39	37	Mellifera				1,663
40	38		Caucasica			1,755
41	39		Caucasica			1,971
42	40			Ligustica	Carnica	2,380

Так в чём же причина этой поразительно оперативной элиминации генов *A.m.mellifera*? В таблице 4 представлены результаты анализа потомства маток породы Buckfast (Бакфаст).

Пчел Бакфаст вывел путем множественного скрещивания брат Адам (урожденный Карл Керле), он руководил отделом пчеловодства в аббатстве Бакфас в Девоне (Великобритания) с 1919 года. Он скрещивал сначала итальянских пчел со среднерусскими, а получившийся гибрид с серыми горными кавказскими, краинскими и ещё десятком подвидов европейского и африканского происхождения.

Сегодня разведение пчел породы бакфаст регулируется Федерацией европейских пчеловодов-бакфастоводов (G.D.E.B.) в 26 странах, где работают многочисленные заводчики этой породы. Причем каждый заводчик поставляет пчел только в выделенный ему регион. А пчеловод имеет право покупать племенной материал только у аккредитованного в данном регионе заводчика. За нарушение большие штрафы и санкции. Но в Россию их завозят все, кто сможет без всякого контроля и надзора. В таблице 4 представлен результат анализа потомства матки Бакфаст из д. Мужитино Калужской области.

Таблица 5. Выдержка из реестра заводчиков среднерусской пчелы.

Код	ФИО в алфавитном порядке	Адрес, телефон, мейл	ММ1	ММ2	ДНК
AIA	Аксенов Игорь Александрович Пакеты 4/6 рамок, матки	Томская область, с. Лось-Гора +7 (923) 414-51-59 igoraaksenov@mail.ru	✓	●	●
ARV	Антропов Роман Викторович АЗТЛП. Матки, пчелопакеты	Свердловская область, Каменский район +7 (904) 387-29-19	✓	●	●
AAS	Ахмедзянов Амир Салаватович Пакеты, Матки F1	Башкортостан, Иглинский р-н, с. Н-Лемезы +7 (960) 391-33-45	✓	●	✓
VNN	Вероужский Николай Николаевич Пакеты и матки	Архангельская область, Устьянский район, с. Бестужево +7 (921) 291-33-37	✓	●	●
GSE	Гуров Сергей Евгеньевич Матки неплодные	Владимирская область, Гороховец +7 (958) 567-4003 gse963@list.ru	✓	●	●
JAV	Жабин Андрей Владимирович Пакеты и матки	Алтайский край, г. Змеиногорск +7 (923) 165-05-21 1powerbee@gmail.com	✓	●	●
IS	Исламгулов Ильяс Загидович Неплодные и плодные матки f1	Республика Башкортостан, Нуримановский район +7 (963) 131-08-88	✓	●	●

Таким образом, сравнение результатов таблиц 3 и 4 показывает, что мы в ускоренном виде повторили подвиг брата Адама и воссоздали почти что Бакфаст. Это порода в течение века оттачивалась под центральную и южную Европу. Её основу составляет итальянская пчела, по определению не способная перезимовать в наших и более северных условиях.

Таблица 6. Результаты анализа породности племенной матки *A.m.mellifera*, полученной от заводчика-селекционера Гурова С.Е. (GSE)

	A	B	C	D	E	F
1	№	Предполагаемая порода				CI
2	позиции	Mellifera	Caucasica	Ligustica	Carnica	
3	1	Mellifera				1,285
4	2	Mellifera				1,678
5	3	Mellifera				1,413
6	4	Mellifera				1,477
7	5	Mellifera				1,355
8	6	Mellifera				1,560
9	7	Mellifera				1,411
10	8	Mellifera				1,272
11	9	Mellifera				1,477
12	10	Mellifera				1,403
13	11	Mellifera				1,325
14	12	Mellifera				1,473
15	13	Mellifera				1,609
16	14	Mellifera				1,556
17	15	Mellifera				1,438
18	16	Mellifera				1,373
19	17	Mellifera				1,290
20	18	Mellifera				1,403
21	19	Mellifera				1,625
22	20	Mellifera				1,489
23	21	Mellifera				1,317
24	22	Mellifera				1,292
25	23	Mellifera				1,584
26	24	Mellifera				1,389
27	25	Mellifera				1,370
28	26	Mellifera				1,543
29	27	Mellifera				1,472
30	28	Mellifera				1,530
31	29	Mellifera				1,514
32	30	Mellifera				1,496
33	31	Mellifera				1,555
34	32	Mellifera				1,432
35	33	Mellifera				1,306
36	34	Mellifera				1,407
37	35	Mellifera				1,553
38	36	Mellifera				1,372
39	37	Mellifera				1,476
40	38	Mellifera				1,628
41	39	Mellifera				1,766
42	40	Mellifera				1,427
43	41	Mellifera				1,448
44	42	Mellifera				1,281
45	43	Mellifera				1,521
46	44	Mellifera				1,385
47	45	Mellifera				1,324
48	46	Mellifera				1,347
49						

Таким образом, до конца XX века согласно закона Харди Вайнберга происходила стабилизация генотипа среднерусской породы как наиболее эволюционно адаптированный к данным природно-климатическим условиям. Привезенные породы «растворялись» и их гены «размывались» и элиминировались из популяции. В XXI же веке появился мощный генетический искусственный дрейф, связанный с массовой интрогрессией южных генотипов.

Содержание соответствующих климату пород пчёл возможно только при воспроизведении племенного материала в центрах репродукции, сеть которых и развивает организация «Среднерусская пчела» (www.srbce.ru). На сайте организации мы выбрали заводчика (табл.5, 6) и закупили племенных маток, потомство которых сейчас проходит проверку.

Список литературы:

1. Темная лесная пчела *Apis mellifera mellifera* L. Республики Башкортостан / отв. ред. Р.А. Ильясов, А.Г. Николенко, Н.М. Сайфуллина. – Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2015. – 308 с. ISBN 978-5-88185-264-1.
2. Кузьмичев В.Е. Динамика изменений морфометрических и этологических особенностей популяции *Apis mellifera* Калужской области за 1992-2015 годы/ Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Серия: Естественные науки. 2016. – Калуга: Изд-во КГУ им. К.Э. Циолковского, 2016. – С.109-111.
3. Кузьмичев В.Е., Крымская С.А. Исследование генетических причин коллапса медоносных пчёл (*Apis mellifera* L.) помощью морфометрических и молекулярных методов с учётом их внутрисемейного наследственного полиморфизма / V Евроазиатский симпозиум по перепончатокрылым насекомым (Новосибирск, 21–25 августа 2023 г.): тезисы докладов. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2023. – С.92-93.
4. Кузьмичев В.Е., Патынок М.А., Петелина К.О. К исследованию антропогенного механизма изменения локального генофонда медоносной пчелы / Тр. Всерос. конф. с междуна. участием «Генетика. Эволюция. Радиоэкология», посв. 125-летию со дня рожд. Н.В. Тимофеева-Ресовского. - 15–19.09.2025., г. Екатеринбург. - С. 122-124.

Я.С. Морозов

**Особенности методов сбора малого прудовика (*Lymnaea truncatula*)
в Ферзиковском районе Калужской области**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье представлены результаты сравнительного анализа трех методов сбора малого прудовика (*Lymnaea truncatula*) – основного промежуточного хозяина возбудителя фасциолеза. Исследование проведено в полевом сезоне 2025 года (июль–август) на территории Ферзиковского района Калужской области. Установлено, что ручной сбор в биотопах с разреженной растительностью (сырые обочины дорог, заболоченные низины) позволяет получить качественный материал малого прудовика в идеальном для паразитологического вскрытия состоянии; кошение энтомологическим сачком эффективно для сбора молодежи и сопутствующих видов (катушки, мелкие янтарки) в заросших водоёмах (пруд в с. Кольцово, заболоченное озеро около д. Бебелево); искусственные укрытия выявляют скрытноживущие виды (стеклянные улитки) и единичных особей малого прудовика на мелиорированных участках. Показано, что для получения репрезентативных данных о заражённости малого прудовика трематодами необходим комплексный подход с учётом биотипической приуроченности вида.

Ключевые слова: малый прудовик, *Lymnaea truncatula*, методы сбора, Ферзиковский район, промежуточные хозяева, фасциолез.

Morozov Y.S.

**Features of methods of collecting small pond snail (*Lymnaea truncatula*)
in the Ferzikovsky district of the Kaluga region**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article presents the results of a comparative analysis of three methods of collecting small pond snail (*Lymnaea truncatula*) – the main intermediate host of the fascioliasis pathogen. The study was conducted in the field season of 2025 (July–August) on the territory of the Ferzikovsky district of the Kaluga region. It has been established that manual harvesting in biotopes with sparse vegetation (wet roadsides, swampy lowlands) makes it possible to obtain high-quality small pond material in an ideal condition for parasitological autopsy; mowing with an entomological net is effective for collecting juveniles and related species (coils,

small amber) in overgrown reservoirs (pond near Koltsovo village, swampy lake near Bebelevo); artificial shelters reveal secretive species (glass snails) and isolated individuals of the small pond beetle.

Key words: dwarf pond snail, *Lymnaea truncatula*, collection methods, Ferzikovsky District, intermediate hosts, fascioliasis.

Введение

Малый прудовик (*Lymnaea truncatula* Müller, 1774) является основным промежуточным хозяином возбудителя фасциоза – опасного гельминтозного заболевания сельскохозяйственных животных и человека [1; 4]. На территории Калужской области, в частности в Ферзиковском районе, сохраняются природные очаги фасциоза, что обусловлено наличием обширных пойменных лугов, заболоченных низин и мелких водоёмов, благоприятных для обитания этого вида [5]. Однако эффективность паразитологического мониторинга напрямую зависит от качества сбора материала в полевых условиях.

Малый прудовик отличается скрытым образом жизни, предпочитая пересыхающие водоёмы, сырые луга и заболоченные участки с разреженной растительностью [2]. Универсального метода сбора, подходящего для всех биотопов, не существует. Каждый метод обладает специфической селективностью и по-разному эффективен для разных экологических групп моллюсков [3; 6].

Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ методов сбора малого прудовика в биотопах Ферзиковского района Калужской области и определить оптимальные подходы для задач паразитологического мониторинга.

Материалы и методы

Полевые работы проведены в период июль–август 2025 года на территории Ферзиковского района Калужской области. Обследованы следующие биотопы:

- пруд у с. Кольцово (54.443989, 36.670398) – мелководный водоём с развитой надводной растительностью (рогоз, осока);
- заболоченное озеро около д. Бебелево (54.527814, 36.498325) – участок с медленным течением, илистыми грунтами и зарослями хвоща;
- сырая обочина дороги в окрестностях д. Сашкино (54.572054, 36.848435) – заболоченная низина с разреженной травянистой растительностью, периодически пересыхающая;

– мелиорированный луг у д. Тимофеевка (54.434993, 36.605045) – участок с дренажными канавами, где заложены искусственные укрытия.

Сбор моллюсков осуществляли тремя методами на сопоставимых по площади учётных площадках.

Ручной сбор – визуальный поиск и сбор моллюсков пинцетом в течение 30 минут на учётной площадке 1×1 м. Выполнено 6 проб на сырых обочинах и заболоченных низинах. Метод позволяет целенаправленно собирать *L. truncatula* в местах его естественной концентрации.

Кошение энтомологическим сачком – стандартизированная серия из 10 двойных взмахов сачком (диаметр обруча 30 см) по надводной растительности с последующей промывкой и разбором пробы. Выполнено 5 проб в пруду и заболоченном озере. Метод эффективен для сбора молодежи и сопутствующих видов.

Искусственные укрытия – на мелиорированном лугу и по краям дренажных канав раскладывали искусственные укрытия (куски шифера 20×20 см, доски). Каждое укрытие считали одной пробой. Укрытия проверяли каждые две недели в течение полевого сезона. Всего заложено 7 проб.

Всего за период работ заложено 18 проб, собрано 217 особей брюхоногих моллюсков, из которых 68 особей отнесены к *Lymnaea truncatula*.

Результаты и обсуждение

В результате проведённых полевых работ получены данные, представленные в таблице 1. Установлено, что разные методы сбора демонстрируют различную эффективность в отношении малого прудовика и сопутствующих видов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов сбора малого прудовика и сопутствующих видов моллюсков в биотопах Ферзиковского района

Критерий сравнения	Ручной сбор	Кошение энтомологическим сачком	Искусственные укрытия
Количество проб	6	5	7
Всего особей	87 экз.	95 экз.	35 экз.
<i>Lymnaea truncatula</i> (доля в сборе)	48 экз. (55,2%)	15 экз. (15,8%)	5 экз. (14,3%)

Критерий сравнения	Ручной сбор	Кошение энтомологическим сачком	Искусственные укрытия
Сопутствующие виды	Большие прудовики (<i>L. stagnalis</i>),	Катушки (<i>Planorbis planorbis</i>), молодь <i>L. truncatula</i> ,	Стеклянные улитки (<i>Nesovitrea hammonis</i>),
Преимущественные биотопы	Сырые обочины дорог, заболоченные низины с разреженной растительностью	Заросшие водоемы (пруд у с. Кольцово, болото у д. Бебелево)	Мелиорированный луг, дренажные канавы
Затраты времени	Высокие (30–40 мин на пробу)	Средние (10 мин – кошение, 30 мин – промывка и разбор)	Низкие (5–10 мин на проверку, экспозиция 2 недели)
Состояние моллюсков	Идеальное, пригодны для компрессорного вскрытия	Часть особей (до 20%) с повреждениями раковины	Идеальное, животные активны, расправлены
Селективность	Высокая, целенаправленный сбор <i>L. truncatula</i> в местах обитания	Низкая – захватывает все виды, обитающие в растительности	Средняя – собирает виды, использующие укрытия

Ручной сбор оказался наиболее эффективным методом для целенаправленного сбора малого прудовика. Из 87 собранных особей 48 (55,2%) принадлежали к *L. truncatula*. Наибольшая концентрация вида отмечена на сырых обочинах дорог в окрестностях д. Сашкино, где моллюски находились в микропонижениях с влажной почвой и разреженной растительностью. Состояние раковин было идеальным, что позволяет использовать таких моллюсков для морфометрических измерений и компрессорного паразитологического вскрытия. Однако метод трудоемок и требует знания биотопических предпочтений вида.

Кошение сачком продемонстрировало высокую общую добычливость (95 экз.), однако доля *L. truncatula* составила лишь 15,8% (15 экз.). При этом в пробах преобладали катушки (*Planorbis planorbis*) и молодь малого прудовика, что указывает на эффективность метода для сбора молоди и видов, обитающих в густой надводной растительности. В пруду возле с. Кольцово и заболоченном пруду около д. Бебелево отмечены скопления моллюсков в зарослях хвоща и рогоза. Недостатком метода является повреждение раковин (до 20% особей), что затрудняет морфометрический анализ.

Искусственные укрытия дали наименьшее количество особей (35 экз.), из которых лишь 5 (14,3%) относились к *L. truncatula*. Однако этот метод позволил выявить скрытноживущие виды (стеклянные улитки *Nesovitrea hammonis*), которые не были обнаружены другими методами. Под укрытиями на мелиорированном лугу у д. Грабцево отмечены единичные экземпляры малого прудовика, что свидетельствует о его способности использовать антропогенные укрытия в периоды пересыхания биотопов. Все моллюски из укрытий находились в расправленном, активном состоянии.

Заключение

Проведённое исследование в биотопах Ферзиковского района Калужской области (пруд у с. Кольцово, заболоченный участок возле д. Бебелево, сырые обочины у д. Сашкино, мелиорированный луг у д. Тимофеевка) подтвердило, что выбор метода сбора малого прудовика должен определяться биотопическими условиями и задачами исследования:

– Ручной сбор является наиболее эффективным методом для целенаправленного сбора малого прудовика в его типичных местообитаниях – на сырых обочинах дорог, заболоченных низинах с разреженной растительностью. Этот метод обеспечивает получение качественного материала, пригодного для паразитологического вскрытия.

– Кошение энтомологическим сачком незаменимо для количественного учета молоди *L. truncatula* и сопутствующих видов (катушек, мелких янтарок) в заросших водоемах, однако даёт низкий процент взрослых особей целевого вида и сопряжено с риском повреждения материала.

– Искусственные укрытия позволяют выявить присутствие малого прудовика на мелиорированных участках и в переходных биотопах, а также собрать скрытноживущие виды, не обнаруживаемые активными методами.

Установлено, что разные методы сбора формируют качественно различную выборку: при ручном сборе доминирует *L. truncatula* (55,2%),

при кошении – сопутствующие водные виды (катушки), при использовании укрытий – наземные скрытноживущие виды. Использование только одного метода приводит к систематической ошибке в оценке видового состава и структуры популяции малого прудовика.

Для всесторонней оценки заражённости *Lymnaea truncatula* трематодами в условиях Ферзиковского района рекомендуется комплексный подход, сочетающий ручной сбор в местах естественной концентрации вида с кошением в прилегающих водоёмах для сбора молоди и использованием искусственных укрытий на мелиорированных участках.

Список литературы:

1. Горохов, В.В. Моллюскоциды и их применение в сельском хозяйстве / В.В. Горохов, В.С. Осетров. – Москва: Колос, 1978. – 224 с.
2. Круглов, Н.Д. Моллюски семейства прудовиков (*Lymnaeidae Gastropoda Pulmonata*) Европы и Северной Азии / Н.Д. Круглов. – Смоленск: Изд-во Смоленского гос. ун-та, 2005. – 507 с.
3. Морозов, Я.С. Биотопы малого прудовика (*Lymnaea truncatula*) в Российской Федерации / Я.С. Морозов, А.М. Никанорова // Современные проблемы естествознания и естественно-научного образования: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (Калуга, 2025). – Калуга, 2025. – С. 279-280.
4. Скрыбин, К.И. Трематодозы животных и человека / К.И. Скрыбин. – Москва: Сельхозгиз, 1962. – 328 с.
5. Соколов, Д.И. Распространение пресноводных моллюсков в водотоках бассейна Оки / Д.И. Соколов, Е.С. Бабушкин // Вестник экологии. – 2024. – Т. 43, № 3. – С. 45-52.
6. Бахтина, А.В. Выявление и оценка распространения моллюсков семейства *Bithyniidae* – первых промежуточных хозяев описторхидозов в водоёмах Липецкой области / А.В. Бахтина, А.В. Голубцов // Ветеринария Северного Кавказа. – 2025. – Т. 1, № 10. – С. 24-37.

«Тенденции и актуальные вопросы географического образования и наук о Земле»

УДК 556.16

М.В. Захарова

Гармонический анализ колебаний многолетнего стока реки Оки в районе города Калуги

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье описываются результаты выявления скрытых гармонических колебаний многолетнего стока. Установлены значения коэффициентов Фурье, периоды и частоты пяти наиболее значимых гармоник. Получена математическая модель гармонического преобразования Фурье.

Ключевые слова: преобразование Фурье, гармонические колебания, многолетний сток, периододграмма, частота, спектральная плотность.

M.V. Zakharova

Harmonic analysis of long-term Oka River flow fluctuations in the Kaluga city

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

Results of the detection of latent harmonic oscillations of long-term flow are described in this article. Values of the Fourier coefficients, periods and frequency of the five most significant harmonics are determined. Mathematical model of the harmonic Fourier transform is obtained.

Key words: Fourier transform, harmonic oscillations, long-term flow, periodogram, frequency, spectral density.

Как известно, колебания стока связаны с изменениями уровня воды в реке, что влияет на вероятность возникновения наводнений и засух. Изучение периодичности этих колебаний помогает точнее прогнозировать подобные события, позволяя своевременно принять меры по предотвращению ущерба населению и экономике, разработать меры по защите окружающей среды и обеспечению устойчивого развития территории.

В общем случае считается, что любой временной ряд характеризуется тремя основными составляющими, которые описывают 1) направленное

развитие (или тренд), 2) циклическое (ритмическое) изменение и 3) хаотическое «блуждание», которое ещё называется флуктуацией случайного процесса [1].

Известно, что колебания стока представляют собой случайный процесс. Обычно в многолетних колебаниях стока предполагается наличие скрытых колебаний, которые проявляются в виде циклов, описывающих смену маловодных и многоводных группировок водности. Однако, помимо выделения обычных циклов водности, большой интерес представляет изучение и математическое описание периодических колебаний стока, связанных с выделением выраженной гармонической составляющей.

Данное исследование посвящено выявлению скрытых гармонических колебаний многолетних значений модуля стока на примере 128 лет наблюдений на в/п посту р. Ока – г. Калуга.

Для определения периодических колебаний можно использовать гармонический (или спектральный) анализ, который описывается с помощью преобразования Фурье. Сущность преобразования Фурье лежит в том, что любую периодическую функцию можно представить суммой отдельных гармонических компонент (синусоид и косинусоид с различными амплитудами A , периодами t и частотами ω).

Численное преобразование Фурье в программе Statistica решается методом линейной множественной регрессии, которое предполагает, что зависимая переменная – это экспериментальный временной ряд (предиктант), а независимые переменные (предиктор) – синусоид и косинусоид-функции всех возможных (дискретных) частот [2]:

$$y = a_0 + \sum_{k=1}^m (a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt)), \quad (1)$$

где a_0 , a_k , b_k – коэффициенты Фурье;

k – гармоника ($k=1, 2, 3$ и т.д.).

Стандартные методы предварительной обработки ряда включают косинус-сглаживание, вычитание математического ожидания и удаление тренда. Результаты гармонического анализа обычно содержат: частоту и период колебаний, коэффициенты при синусах и косинусах, спектральную плотность, периодограмму.

Для оценки скрытых периодичностей в колебаниях стока на рисунке 1 показан временной ход значений модуля стока и приведён линейный тренд,

который, однако, аппроксимирует исходные данные с малой степенью достоверности $r=0,05$. На возможное наличие гармонических колебаний указывают ритмически повторяющиеся локальные экстремумы. В данном случае наиболее выдающийся локальный максимум наблюдается в 1907 г., локальный минимум – в 1920 г. Период данных колебаний составляет 13 лет при максимальной амплитуде модуля стока – $7,34 \text{ (л·с)/км}^2$.

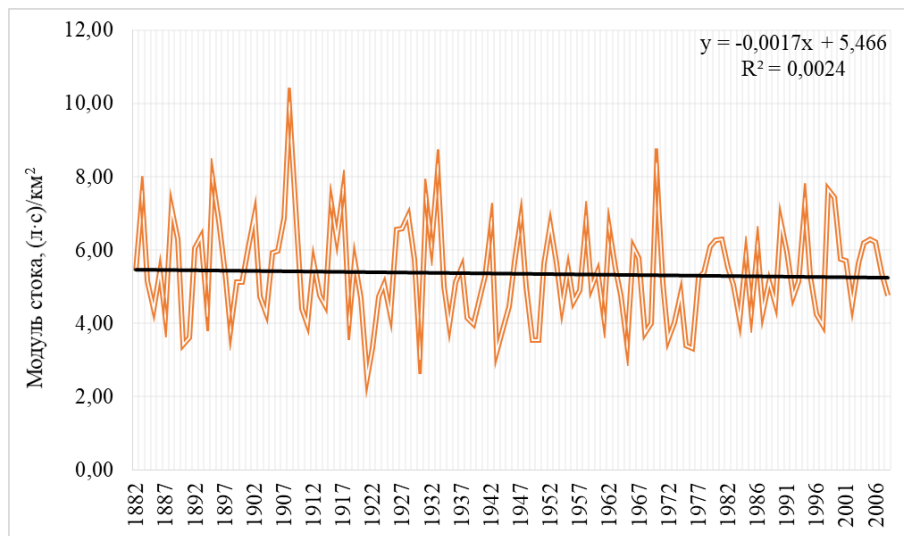


Рисунок 1 – Межгодовая изменчивость колебаний стока

На рисунке 2 показана периодограмма, которая представляет собой график зависимости квадрата амплитуды от частоты процесса. Пики периодограммы показывают, что в спектральном разложении присутствуют соответствующие гармонические составляющие, а также то, какую роль играет частота в описании процесса многолетних колебаний стока.

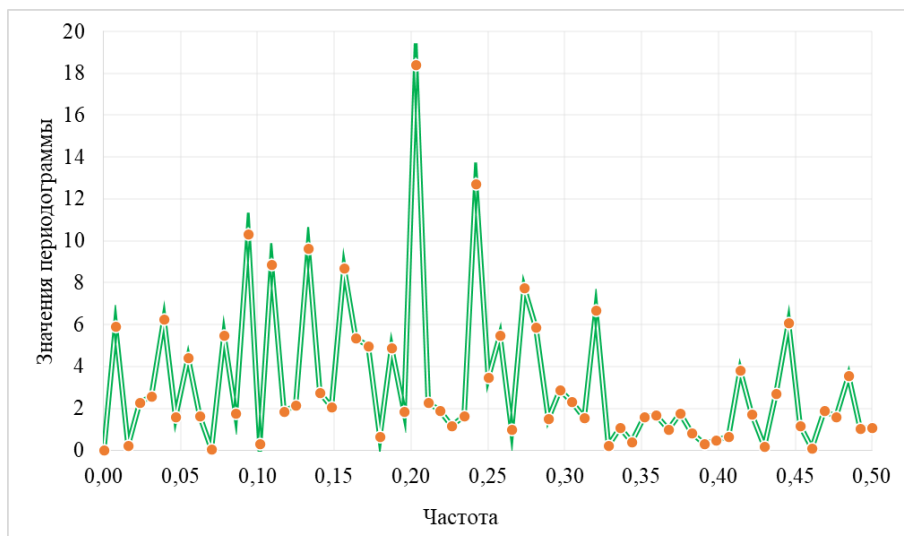


Рисунок 2 – Периодограмма процесса колебания стока

Конфигурация графика зависимости спектральной плотности от периода межгодовой изменчивости стока, представленного в логарифмической шкале (рис. 3), указывает на наличие в составе исследуемого ряда стока нескольких короткопериодических гармонических составляющих, но наиболее выраженной является первая гармоника, соответствующая самому высокому значению спектральной плотности.

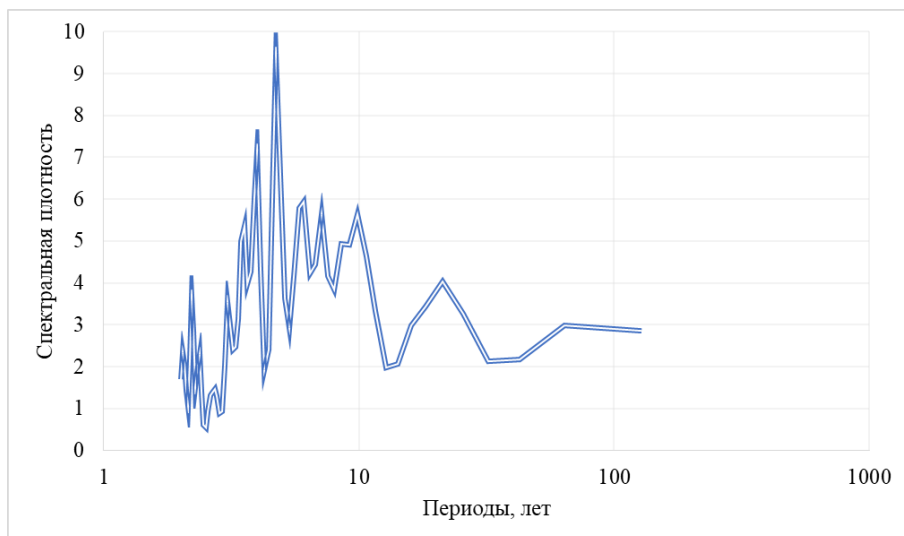


Рисунок 3 – Спектр межгодовой изменчивости колебаний стока

В таблице 1 приведены рассчитанные значения коэффициентов Фурье, частоты и периоды колебаний пяти наиболее значимых гармоник. Видно, что наибольшей частоте колебаний соответствует период в 4-5 лет, который является гармонической компонентой данного ряда наблюдений.

Таблица 1 – Гармонический анализ многолетних колебаний стока

Значение периодограммы	Коэффициент Фурье a_k	Коэффициент Фурье b_k	Частота ω	Период t
18,43044	0,332281	0,421385	0,203125	4,9231
12,72249	-0,307460	0,322889	0,242188	4,1290
10,34789	0,003846	0,402083	0,093750	10,667
9,66080	-0,221521	-0,319184	0,132813	7,5294
8,87734	-0,029966	-0,371228	0,109375	9,1429

Вклад данной гармоники в общую дисперсию процесса составляет 79%, отсюда коэффициент корреляции с исходным процессом составляет $r=0,89$.

Модель гармонического анализа многолетних колебаний стока можно записать в виде следующего уравнения:

$$y = 5,36 + \sum_{k=1}^5 (a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt)) . \quad (2)$$

Таким образом, выявление гармонической компоненты в рядах годового стока рек поможет [3]:

1. Оценить потенциальные возможности статистического прогнозирования рядов водного стока.
2. Определить базовую тенденцию долговременных изменений величин стока.
3. Уменьшить диапазон неопределенности при оценке будущих значений стока в отсутствие надёжных методов долгосрочного прогнозирования.

Список литературы:

1. Голиков, А.П., Черванев, И.Г., Трофимов, А.М. Математические методы в географии. – М.-Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1986. – 144 с.
2. Малинин, В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 408 с.
3. Шпакова, Р.Н. Скрытые гармонические колебания годового стока рек: возможность и целесообразность выявления и оценки / Р.Н. Шпакова // Географический вестник = Geographical bulletin. – 2024. – № 3 (70). – С. 59–69. –doi: 10.17072/2079-7877-2024-3-59-69.

В.И. Ковба¹, Е.А. Чугунов²

**Геологические и географические арктические открытия
отважных русских исследователей на службе современников**

¹*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга*

²*Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
им. Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома.*

В статье авторами на основе ретроспективного анализа истории освоения Арктики показано как русские исследователи Арктики в течение веков совершили географические и геологические открытия, которые заложили основу для современного освоения региона и его использования в интересах страны и человечества. Вся наша Арктика надёжно защищена Вооружёнными силами. Текущие темпы перевооружения Северного флота и модернизация инфраструктуры региона позволяют уберечь Арктику от любых притязаний извне.

Ключевые слова: Арктика, исследователи, географические открытия, защита северных рубежей, Северный морской путь.

V.I. Kovba¹, E.A. Chugunov²

**Geological and geographical Arctic discoveries of brave Russian explorers in
the service of their contemporaries**

¹*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga*

²*Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko Military Academy of Radiation,
Chemical and Biological Protection, Kostroma*

Based on a retrospective analysis of the history of Arctic exploration, the authors show how Russian Arctic explorers made geographical and geological discoveries over the centuries, which formed the basis for modern development of the region and its use in the interests of the country and humanity. Our entire Arctic is reliably protected by the Armed Forces. The current pace of rearmament of the Northern Fleet and modernization of the region's infrastructure make it possible to protect the Arctic from any external claims.

Key words: Arctic, explorers, geographical discoveries, protection of the northern borders, Northern Sea Route.

С глубокой древности тянется история освоения просторов Арктики. Русские поморы считаются первыми кто осваивал просторы Северного

Ледовитого океана. Развитие России, как морской державы со времён правления Петра I требовало проведения исследования морей и океанов (особенно в арктическом регионе). При этом создавались всевозможные схемы и карты, проводились открытия новых земель.

Русские исследователи Арктики в течение веков совершали значимые географические и геологические открытия, которые заложили основу для современного освоения региона и его использования в интересах страны и человечества. Их работы способствовали расширению знаний о полярных регионах, развитию навигации и открытию природных ресурсов.

Русские учёные и мореплаватели по крупицам вносили свой вклад в исследования новых земель. В своих исследованиях мы остановились на вкладе отдельных из них. Провели анализ вклада в открытия арктических земель такими исследователями, как Георгий Яковлевич Седов, Георгий Львович Брусилов, Владимир Александрович Русанов.

Первой русской экспедицией к Северному полюсу считается экспедиция Георгия Яковлевича Седова.

Экспедиции с августа 1912 г. по сентябрь 1914 года не удалось выполнить по тем или иным причинам все задачи, которые ставились перед ней. Но многие наблюдения, проведённые исследователями, в дальнейшем послужили человечеству в последующих исследованиях безмолвных просторов Арктики. Основными из них следует считать: информация о двухгодичном дрейфе льдов; климате и течений в исследуемых районах; исследованы берега Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, острова Гукера.

Экспедиция Георгия Львовича Брусилова, начавшаяся в августе 1912 года, выполнила множество исследовательских задач, но основную из них (пройти Северным морским путём до Владивостока) выполнить не удалось по многим причинам, не зависящим от исследователей. Судьба экспедиции не известна, но их неоценимые наблюдения и исследования имеют огромное значение для потомков. Основными из них можно выделить: открытие Восточно-Шпицбергенского течения; доказано, что дрейф льдов в северном полушарии в среднем отклоняется на 30 градусов от направления ветра.

С экспедицией Владимира Александровича Русанова связаны исследования по освоению Северного морского пути, а также с геологическими открытиями на архипелаге Новая Земля, обследование угленосных районов Шпицбергена, создание трудов о географии северных рек, культуре и быте коми-зырян.

Группа Русанова должна была отправиться на Шпицберген дабы не только проложить северный морской путь, но и обосновать территориальные претензии России на тот край. Дело в том, что эти острова хотела присоединить к себе Норвегия, хотя издавна земли осваивали русские поморы.

Его экспедиция открыла на Шпицбергене залежи угля и установлено 28 заявочных знаков на разработку угля. Но ценными оказались и результаты проведённых океанографические исследования в это районе.

Освоение Северного морского пути было давней мечтой Владимира Александровича. О своих мечтах он рассуждал: – «С таким судном можно будет широко осветить, быстро двинуть вперёд вопрос о Великом Северном морском пути в Сибирь и пройти Сибирским морем из Атлантического в Тихий океан».

«Перед Россией сейчас встала беспримерно великая историческая задача. Если эта задача будет решена, если мы найдём выход сотням миллионов пудов сибирских товаров самым дешёвым Северным морским путём, то мы тем самым завоюем мировой рынок. Это бескровное, чисто экономическое завоевание неизмеримо важнее самой блестящей военной победы, так как экономическое господство является самой прочной базой политического могущества» [1], написал Владимир Александрович Русанов в статье, опубликованной журналом «Известия Архангельского общества изучения Русского Севера».

Благодаря работам Владимира Русанова на Шпицбергене Россия сегодня осуществляет хозяйственную деятельность в этом регионе, а учёные Арктического и антарктического научно-исследовательского института проводят круглогодичные научные исследования и поддерживают на архипелаге работу Российского научного центра.

Значение открытий для современности имеет огромное значение. Развитие Северного морского пути. Исследования способствовали созданию карт и данных, которые позволили организовать круглогодичную навигацию по этому маршруту – кратчайшему пути между европейской частью России и Дальним Востоком.

Открытие природных ресурсов. В Арктике сосредоточены значительные запасы нефти, газа, металлов и пресной воды. Исследования способствовали их освоению и использованию.

Научные исследования. Данные о рельефе дна, движении льдов, климатических изменениях, флоре и фауне Арктики, собранные

исследователями, легли в основу современных полярных исследований, включая изучение экосистем и геологических процессов.

Создание инфраструктуры. Развитие ледокольного флота и создание дрейфующих полярных станций расширили возможности для научных исследований и хозяйственного освоения региона.

Таким образом, подвиги русских исследователей Арктики заложили фундамент для современного освоения региона, его экономического развития и международного сотрудничества.

Но все эти открытия и использование их в хозяйственной деятельности страны были бы бессмысленны без защиты северных рубежей страны Вооружёнными силами Российской Федерации.

В настоящий момент состояние военно-политической обстановки в мире характеризуется как кризисное. Одной из основных причин международной конфронтации продолжают оставаться конфликты в энергетической сфере. В этой связи всё большую тревогу вызывает наметившееся противостояние в Арктике, которое бросает вызов военной безопасности нашей страны на её северных границах. Конкуренция интересов России и других государств в Арктической зоне может нести в себе угрозы военной безопасности России, которая не имеет надёжных политических союзников на данном направлении.

В интересах обеспечения гарантированного доступа стран НАТО к энергетическим ресурсам арктического шельфа и контроля маршрутов их транспортировки, НАТО последовательно расширяет масштабы военной деятельности в Арктике.

Руководство России провело серьёзную работу по укреплению северных рубежей страны. Наличие нынешних угроз и тенденции к возникновению новых заставили иначе взглянуть на военную организацию в регионе.

Оборудование территории театра военных действий Арктики в настоящее время ещё не завершено. В соответствии с планом строительства Вооружённых сил России на период до 2030 года продолжается процесс формирования и развёртывания соединений, перевооружения их на новые образцы техники способной выполнять задачи в условиях Арктики, что не маловажно для повышения боеготовности Вооружённых сил Российской Федерации (ВС РФ) в целом. Однако уже сегодня можно судить о создании мощного мобильного кулака, способного надёжно защищать интересы страны в регионе.

В последнее время все больше стран открыто заявляют о своих исторических интересах в регионе. Вот поэтому в не простых условиях современности с учётом проведения специальной военной операции проходит модернизация и обновления военного компонента армии.

1. Строятся военные городки полного цикла для круглогодичного пребывания военных.

2. Проходит поставка специальных образцов вооружения и военной специальной техники (ВВСТ), адаптированных для эксплуатации в условиях крайне низких температур.

3. Проводятся совместные действия военных и представителей коренных народов севера по обмену опыта выживания в полевых условиях.

4. Осуществлено наращивание военного присутствия боевых кораблей в акваториях северных широт [2].

Арктика для современной России становится основной базой энергетических ресурсов для развития экономики. Поэтому и задачи по её защите от посягательств других стран (особенно Соединённых Штатов, Дании, Финляндии и Швеции) имеют приоритетное значение для государства и её Вооружённых сил в арктической зоне. Президент Российской Федерации Верховный Главнокомандующий Вооружённых сил страны и Правительство совместно с Министерством Обороны ВС РФ делают всё для того, чтобы укрепить оборону наших территорий в арктической зоне путём строительства и развития инфраструктуры арктического театра военных действий вдоль всего Северного морского пути.

Действия нашей страны подтверждают слова В.А. Русанова написанные им в статье и опубликованные в журнале «Известия Архангельского общества изучения Русского Севера» 1911 года: «Перед Россией сейчас встала беспримерно великая историческая задача. Если эта задача будет решена, если мы найдём выход сотням миллионов пудов сибирских товаров самым дешёвым Северным морским путём (СМС), то мы тем самым завоюем мировой рынок. Это бескровное, чисто экономическое завоевание неизмеримо важнее самой блестящей военной победы, так как экономическое господство является самой прочной базой политического могущества» [4].

Жизнь на Северной Земле – это борьба за существование в одном из самых суровых климатов планеты. Средняя годовая температура -14°C . Зимой столбик термометра опускается до -47°C , а сильные ветры достигают 40 м/с. Летом максимум редко поднимается выше $+6,2^{\circ}\text{C}$. Полярная ночь длится с октября по март, и в этот период происходит интенсивное

охлаждение поверхности – средняя температура подстилающего слоя опускается ниже – 31°C [3]. Но это теперь не является преградой для развития территорий нашей арктической зоны.

В наши дни Россия закрепляет за собой статус монополиста Северного морского пути. А исходя из этого США очень не нравится это. Поэтому отсюда и рост военной активности НАТО в этом регионе с применением силового давления на Россию. Текущие темпы перевооружения Северного флота и модернизация инфраструктуры региона позволяют уберечь Арктику от любых притязаний извне.

Создаётся впечатление, что СМС и вся наша Арктика надёжно защищены. Но проблема в российском вооружении, в его соответствии требованиям современной войны нового уклада. Способна ли армия России с его помощью обеспечить надёжную защиту страны? Все чаще и чаще задаётся такой вопрос на всех уровнях власти. И Вооружённые силы страны своими действиями показывают, что способны.

В настоящее время создана арктическая группировка войск, оснащённая приспособленными к полярным условиям вооружением и военной техникой. Построена военная база на архипелаге Земля Франца-Иосифа (рис. 1) на 150 человек, аэродром для приёма всех типов самолётов. Строится инфраструктура, в том числе военного назначения, вдоль всего полярного побережья. Проводятся учения.



Рисунок 1 – Российская военная база «Арктический трилистник» на острове Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа.

Источник РИА Новости / Минобороны РФ

Владимир Путин на Международном арктическом форуме предельно ясно предупредил о грядущем противостоянии за Полярным кругом. Он сказал, что страны НАТО всё чаще рассматривают Арктику как плацдарм для будущего конфликта, а особенно активны натовские «новобранцы» – Финляндия и Швеция. И это неудивительно – ресурсы, спрятанные подо льдами, просто колоссальны, поэтому к «Северной войне 2.0» нужно готовиться уже сейчас. Россия – на низком старте. Но важно понимать и то, как обстоят дела у потенциальных противников.

Вывод. Развитие Арктики является основным стратегическим направлением развития России. А чтобы её развивать, внедряя современные инновационные проекты, необходимо все сделать для того, чтобы арктические регионы были надёжно защищены от притязаний и претензий других стран на эти территории. Поэтому необходимо оснащать нашу северную арктическую группировку новейшими образцами техники и специального оружия, развивать транспортную инфраструктуру региона, особенно Северный морской путь.

Список литературы:

1. 13-й подвиг «Геркулеса»: что случилось с пропавшей арктической экспедицией Владимира Русанова | Вокруг Света. // URL: <https://www.vokrugsveta.ru/articles/13-i-podvig-gerkulesa-cto-sluchilos-s-propavshei-arkticheskoi-ekspedicii-vladimira-rusanova-id5700229/> (дата обращения: 23.03.2026).
2. Россия создала железный кулак в Арктике | Особое мнение | Дзен // URL: <https://dzen.ru/a/YVKumIj8ySQtjW2Y> (дата обращения: 15.03.2026).
3. Архипелаг Северная Земля - последний штрих на карте мира | Культурный код | Дзен // URL: https://dzen.ru/a/aMkFVRFTmGhU_uFc (дата обращения: 24.03.2026).
4. «Известия Архангельского общества изучения русского Севера» № 16 за 1911 год.

В.И. Меленчук

**К вопросу о краеведческих играх, проводившихся в Калуге
и Малоярославском районе в 1953-1954 годах**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье представлены результаты исследования о краеведческих играх, проводившихся в Калуге и Малоярославце в 1953-1954 гг. Проведены сравнение и анализ двух выпусков заданий-путёвок к краеведческим играм для Калуги и Малоярославца.

Ключевые слова: краеведческая игра, географическое краеведение, А.Д. Юдин, А.Е. Дмитриев, Калужская область, Калуга, Малоярославце.

V.I. Melenchuk

**On the local history games held in Kaluga and the Maloyaroslavetsky District
in 1953-1954**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga

The article presents the results of a study on local history games held in Kaluga and Maloyaroslavets in 1953-1954. A comparison and analysis of two issues of assignments-vouchers to local history games for Kaluga and Maloyaroslavets was carried out.

Key words: local history game, geographical local history, A.D. Yudin, A.E. Dmitriev, Kaluga region, Kaluga, Maloyaroslavets.

Автор выражает благодарность сотрудникам Малоярославского военно-исторического музея Отечественной войны 1812 года и лично его директору Е.А. Щебиковой за всестороннюю помощь в подготовки статьи.

Гонение на краеведение в 1930-е гг. сменилось подъёмом интереса к изучению родного края в предвоенный период, особенно на фоне Советско-финской войны и усилилось в годы Великой Отечественной войны, когда было жизненно необходимо максимально использовать местные минеральные ресурсы, а также ресурсы растительного и животного мира, что позволяло выживать в самых сложных условиях при сильном дефиците или даже практически полном отсутствии продовольствия, медикаментов, острой нужде в энергетических ресурсах. В послевоенные годы в образованной в 1944 г. Калужской области наступает всплеск интереса

к краеведению, как историческому, так и географическому как знаниям о ресурсах и возможностях территории.

В послевоенные годы краеведческую работу на базе школ и Дворца пионеров в Калуге проводил Александр Дмитриевич Юдин (1893-1968), а в Малоярославце – Александр Ефимович Дмитриев (1896-1965). Оба краеведа начали бурную деятельность еще в предвоенные годы, а в послевоенный период именно им было доверено составление краеведческих материалов для работы с детьми и школьниками, в том числе и по разработке туристических маршрутов.

А.Д. Юдин работал методистом и преподавателем заочной школы для взрослых. С 1948 г. занимался туристско-краеведческой работой со школьниками, создав в 1950 г. на базе Калужского областного Дворца пионеров кружок юных путешественников. В следующем году здесь же он оформил специализированный кабинет краеведения и туризма [11]. Память о А.Д. Юдине в Калуге сохраняет ежегодная краеведческая конференция его имени.

Юдин также был ответственным за подготовку методических материалов (внеклассной и внешкольной краеведческой работы) и распространение их по школам и районным Домам пионеров. Ещё в октябре 1951 г. «для актива» учащихся города был дан старт игре «Путешествие пионеров и школьников Калуги по великим стройкам коммунизма» (разработана и организована совместно с ещё одним сотрудником областного Дворца пионеров).

А.Е. Дмитриев – учитель рисования и черчения. Работал в различных образовательных учреждениях Малоярославца (средняя школа, библиотечный техникум, техническое училище и др.). Посвятил большую часть своей жизни краеведению. Стоял у истоков создания малоярославецкого военно-исторического музея Отечественной войны 1812 года, став первым его директором [5].

Оба краеведа занимались разработкой и проведением туристических походов, сбором естественнонаучных коллекций. В 1953 г. приняли участие в подготовке и проведении большой краеведческой игры. Они подготовили свои методические разработки, а вдохновение черпали вероятно от подобных игр, проводившихся ещё на рубеже конца 1930-х - начала 1940-х. Известно, что Московским городским отделом народного образования в предвоенное время проводились краеведческие игры под общим названием «Знаешь ли ты родную Москву?» В помощь участникам были выпущены «путёвки-задания» тиражами по 3000 экземпляров. Например, первая из игр имела историко-

географическое направление, проводилась в 1939 г. и была посвящена Бауманскому району Москвы [6]. Она не содержала какого-либо вводного или пояснительного раздела, а её вопросы и задания имели выраженный историко-географический характер, связанный с локализацией гидрографических объектов, вычерчиванием исторических планов Москвы и территории, которую занимал Бауманский район (ныне Басманный район – прим. В.М.). Для поиска ответов на некоторые вопросы была приведена соответствующая литература. Далее следовали вопросы о памятных местах, связанных с Петром I, А.С. Пушкиным, последствиями пожара в 1812 году, домах, связанных с декабристами, развитием транспортной инфраструктуры данной части города, революционными событиями 1905 г. (предлагалось даже опросить непосредственных участников событий или старожилов), предполагалось посещение музея Ленина. В конце было предложено описать изменения, произошедшие в районе и уделить внимание будущим изменениям согласно «Сталинскому плану реконструкции Москвы», описать реконструкцию р. Яузы, ответить на вопросы о метро, сделать зарисовку фасада станции метро на Бауманской площади. Издание завершалось «примечанием», с указанием требований по оформлению ответов для передачи их Районному штабу проведения игры.

Оценивание производилось из расчёта – одно очко за хорошее выполнение одного пункта задания (при выполнении всех пунктов 31 задания для премирования достаточно было набрать 25 очков, для коллективов школ результат должен быть не менее 400 очков). Рекомендовалось завершить работу коллектива участников игры (школы, отряда, звена или кружка) проведением выставки или выпуска рукописного журнала по теме игры. Также было указано, что консультации по проведению игры можно было получить в историческом кабинете Бауманского Детского дома культуры.

Ещё одна из известных нам подобных игр также проводилась в Москве накануне Великой Отечественной войны в 1941 г. Она была посвящена М.Ю. Лермонтову и приурочена к 100-летию со дня его гибели. У этой игры был более выражен историко-литературный характер краеведческого содержания [4]. На основе подобного опыта в 1953-1954 гг. в областном центре, а также в Малоярославце были организованы и проведены две краеведческие игры. В игровой форме с элементами соревнования предлагалось всесторонне изучать родной край. Цель мероприятия – приобщить учащихся к краеведению, сформировать интерес к природе,

истории и культуре малой родины. Для игр были выпущены специальные «задания-путёвки» [2, 3].

А.Д. Юдин и А.Е. Дмитриев были лично знакомы, а в фондах Малоярославецкого военно-исторического музея хранится экземпляр «задания-путевки» по Калуге, составленный А.Д. Юдиным с дарственной надписью: *«Уважаемому Александру Ефимовичу 15/3-53 от автора»* (при этом в печатном издании информация об авторе нигде не указана).

В небольшой заметке на страницах местной районной газеты «Искра» за 17 декабря 1953 г. А.Е. Дмитриев сообщал: *«Знаешь ли ты свой родной город Малоярославец и его район?»* - так называется большая краеведческая игра, которую в этом году проводят с учащимися наших школ райком ВЛКСМ, музей 1812 года и РОНО.

Задача игры – помочь нашим ребятам лучше ознакомиться с географией, историей, настоящим и будущим родных мест. Игра должна содействовать развитию чувства патриотизма и любви к Родине.

В помощь ребятам музеем 1812 года для игры составлен вопросник в виде «задания-путёвки». Это должно пробудить у учащихся любознательность, наблюдательность, необходимость собирать различные краеведческие материалы. За хорошо оформленные и наиболее полные работы-ответы участникам игры будут выданы премии.

Большую помощь этому интересному делу оказал коллектив Малоярославецкой типографии, отпечатав в порядке воскресника бесплатно «задание-путёвку».

Игра продолжится до 1 мая. 25 мая жюри подведёт итоги» [1].

Комплекты «заданий-путёвок» были выпущены в 1953 г. для Калуги тиражом в 2000 экземпляров, а для Малоярославца в количестве 200 штук.

Структура обоих изданий была близка (введение и три раздела), но по числу вопросов «задание-путёвка» для Малоярославца превосходила изданную для Калуги на 70 вопросов (187 против 117). В остальном задания были похожи. За выполненные задания присваивались очки (баллы). В зависимости от сложности задания оценивались для Калуги – в 1, 3 и 5 очков. Для Малоярославца система была более дробной – 1, 2, 3, 5 и даже 10 очков (два задания во II разделе).

Задания I раздела связаны со знанием природных особенностей и заключались в определении координат, высот, часовых поясов, ориентировании, демонстрации знаний по геологии, гидрографии, ботанике, фенологии, умении изобразить схему местности.

II раздел составляли вопросы и задания об историческом прошлом: о древнем населении территории, топонимике, персоналиях, постройках, исторических событиях, умении делать зарисовки. Для Малоярославца и окрестностей в этом разделе помещено особенно много вопросов, связанных с событиями Отечественной войны 1812 года (34 из 90).

III раздел посвящён социалистическому (советскому) периоду. Он включал вопросы и задания на знание наименований улиц, связанных с революционными событиями, фактов о периоде Великой Отечественной войны, особенностей современного на период игры хозяйства (сельсоветы, колхозы и совхозы, артели, промышленные предприятия, объекты культуры), сведений о передовиках и памятниках соответствующей территории.

Игра началась в начале года в Калуге со сроком сдачи ответов до 21 апреля 1953 г., в Малоярославце же старт был дан в декабре со сроком сдачи материалов к 1 мая 1954 г. Общие ведения о «заданиях-путёвках» к краеведческой игре в Калужской области представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Общие сведения о «заданиях-путёвках» к краеведческим играм для школьников Калуги, Малоярославца и его района.

Автор-составитель	А.Д. Юдин	А.Е. Дмитриев
Название издания	Задание-путёвка участника краеведческой игры «Знаешь ли ты свой родной город Калугу?»	Задание-путёвка участника краеведческой игры «Знаешь ли ты свой родной город Малоярославец и его район?»
Организации, ответственные за издание	Калужский городской Дворец пионеров	Райком ВЛКСМ – Отдел по работе среди школьной молодёжи и пионеров. Малоярославецкий музей 1812 года. Малоярославецкий Дом пионеров.
Для кого предназначено	«как отдельные школьники 5-7 классов, так и звенья и отряды пионеров»	«учащиеся 5-9 классов»
Где и когда издано	г. Калуга, 1953 г.	г. Малоярославец, 1953 г.
Объём издания,	16 с. 19,8х14,0 см	16 с., 19,7 х 13,5см

Автор-составитель	А.Д. Юдин	А.Е. Дмитриев
формат		
Тираж	2 000 экз.	200 экз.
Структура издания	Введение и три раздела	Введение и три раздела
Методический раздел	Порядок проведения краеведческой игры – «Знаешь ли ты свой родной город Калугу?»	Порядок проведения краеведческой игры – «Знаешь ли ты свой родной город Малоярославец и его район?»
Раздел I	Природа Калуги и её ближайших окрестностей (53 вопроса по 1,3,5 очков, max - 97)	Природа Малоярославца и его окрестностей (63 вопроса по 1,2,3,5 очков, max - 135)
Раздел II	Историческое прошлое Калуги (34 вопроса по 1,3,5 очков, max - 92)	Историческое прошлое Малоярославца и его окрестностей (90 вопросов по 1,2,3,5,10 очков, max - 329)
Раздел III	Калуга социалистическая (30 вопросов по 1,3,5 очков, max - 46)	Малоярославец и его район в советское время (34 вопроса по 2,3,5 очков, max - 119)
Консультации	Проведением игры в каждой школе руководит совет дружины с помощью пионервожатого и двух-трёх педагогов (географ, биолог, историк). Необходимую консультацию по проведению игры, играющие могут получить в школьных штабах игры, у своих преподавателей и во Дворце пионеров.	Проведением игры в каждой школе должен руководить совет дружины с помощью пионервожатого и преподавателей географии, истории и биологии. Консультации по отдельным вопросам можно будет получить в Малоярославецком музее 1812 года, в Доме пионеров, в педкабинете, в Доме культуры, у своих учителей, у местных старожилов, у специалистов по краеведению,

Автор-составитель	А.Д. Юдин	А.Е. Дмитриев
		на метеорологической станции.
Последний срок сдачи работ	21 апреля 1953 года	1 мая, присуждение премий состоится 25 мая 1954 года
Премии	Во Дворце пионеров создаётся общегородской штаб игры, который просматривает представленные школами работы и выносит решение о премировании отдельных участников игры. Лучшие по проведению игры школы будут также премированы. Для школ установлены 5 премий: 1-я – четырёхдневный поход для группы в 15 человек, 2-я трёхдневный поход для группы в 15 человек и 3-я (их будет три) - двухдневный поход для группы в 15 человек. Прочие школы, принявшие участие в игре и выполнившие её требования, будут отмечены грамотами.	При Доме пионеров создаётся общерайонный штаб игры, который принимает и проверяет представленные школами работы и выносит решение о премировании участников игры. За правильные и содержательные ответы играющим зачитывается количество очков, указанных в конце каждого вопроса (в скобках). Чтобы получить премию, необходимо набрать не менее семидесяти очков. В числе премий будут выданы: книги, краски, настольные игры, принадлежности экскурсионного оборудования и др.

После проведения игры пути краеведов и результаты их работы неоднократно перекликались. Разработанные А.Д. Юдиным и А.Е. Дмитриевым туристические маршруты были опубликованы в двух изданиях сборника статей «По просторам Калужского края» (1959 г., 1964 г.). В первом издании были помещены материалы, собранные ведущими

краеоведами региона [7]. Среди них помещены статьи А.Д. Юдина «Ока под Калугой», «Можайка», «По Вытебети, Жиздре и Оке», «По большой Калужской кругосветке» (в соавторстве с Н.М. Масловым), «Что читать туристу-краеведу». Здесь же был размещен и материал «Малоярославец и его окрестности» подготовленный А.Е. Дмитриевым. Второе издание сборника последовало в 1964 г. [8]. В том же году издавался и «инструктивный материал в помощь руководителям туристических походов» [10].

Оба краеведа были задействованы в подготовке и проведении VIII Всероссийского слёта туристов-краеведов, проводившегося под Малоярославцем в бору рядом с д. Скрипорово. Коллектив работников Малоярославецкого музея получил грамоту со следующей формулировкой: *«за большую работу по подготовке и проведению VIII Всероссийского слёта туристов в 1962 г.»* за подписью заместителя министра просвещения РСФСР М.П. Кашина. Калужскими краеведами к этому событию было подготовлено издание, содержащее кроме текстовых описаний (во многом дублирующих материалы сборника 1959 г.) схемы с маршрутами походов [9]. А.Е. Дмитриевым совместно с журналистом В.М. Беспаловым была подготовлена книжка «Малоярославец», выдержавшая два издания в 1960 и 1962 г. Второе издание было дополнено картами-схемами, разработанными А.Е. Дмитриевым в помощь туристам-краеведам [6].

Результаты краеведческих игр 1953-1954 гг. ещё долго сохранялись в виде альбомов и отчётов (в областном Дворце пионеров и Калужской станции туристов, в ряде школ Калуги и Малоярославца). Единичные, порой разрозненные выполненные задания можно увидеть и сегодня среди материалов школьных музеев. Традиция краеведческой игры в Малоярославце была возрождена в 1988-1989 гг. Здесь проводилась игра-викторина «Зовёт к Отечеству любовь» (автор статьи принимал в ней участие и был в числе призёров), большая часть вопросов касалась событий Отечественной войны 1812 года на территории города и района. В качестве призов вручались книги по истории Отечественной войны 1812 г., буклеты и наборы открыток по памятным местам города и района, наборы значков с видами местных памятников 1812 года.

Всё вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы.

1. Одной из форм активности в 1930-е-1950-гг. были краеведческие игры, участников которых снабжали специально разработанными заданиями-путёвками.

2. В настоящее время известны два подобных издания для территории Калужской области. Подготовили их калужский краевед А.Д. Юдин и малоярославецкий краевед А.Е. Дмитриев.

3. Краеведческие игры служили повышению познавательного интереса в изучении родного края, воспитывали патриотизм, позволили активизировать краеведческую работу среди разных возрастных групп школьников, вносили элементы соревновательности, а также позволили освоить умение работать в коллективе.

4. Вслед за подобными массовыми играми на Калужской земле локально организовывались краеведческие викторины, брейн-ринги, квесты и другие виды соревнований. Попытка возродить массовую краеведческую игру предпринималась в Малоярославце во второй половине 1980-х гг. И в наше время интересна идея использования этого опыта при краеведческой работе со школьниками.

Список литературы:

1. Дмитриев, А. Краеведческая игра / Искра № 101 (3219) 17 декабря 1953 г.
2. Задание-путёвка участника краеведческой игры «Знаешь ли ты свой родной город Калугу?» / составитель А.Е. Юдин? – Калуга: Типография треста Росполиграфпром, 1953. – 16 с.
3. Задание-путёвка участника краеведческой игры «Знаешь ли ты свой родной город Малоярославец и его район?» / составитель А.Е. Дмитриев. – Малоярославец: Малоярославецкая типография, 1953. – 16 с.
4. Лермонтов в Москве. Путёвка-задание участника исторической игры «Знаешь ли ты родную Москву?» / Московский городской отдел народного образования. Московский городской дом пионеров - Москва, 1941. – 8 с.
5. Меленчук, В.И. Из истории краеведческой работы и туризма на Малоярославецкой земле / В.И. Меленчук // Вестник Калужского университета. – 2016. – № 4. – С. 62-79.
6. Московский городской отдел народного образования. Бауманский детский дом культуры Бауманский район красной столицы. Путёвка-задание участника исторической игры «Знаешь ли ты родную Москву?» / 2-я типография профиздата - Москва, 1939. – 6 с.
7. По просторам Калужского края: Сборник статей. – Калуга: Кн. изд-во, 1959. – 172 с.
8. По просторам Калужского края: Сборник статей: для детей. – [2-е изд., испр. и доп.]. – Калуга: Кн. изд-во, 1964. – 199 с.

9. По туристским тропам: (Туристские маршруты по Калужской обл.) / В.С. Зеленов, Н.М. Маслов, А.Д. Юдин; Калужская обл. детская экскурсионно-туристская станция. – Калуга: Кн. изд-во, 1962-1964. – 2 т. сост.: В.С. Зеленов, Н.М. Маслов, А.Д. Юдин [Вып. 1]. – 1962. – 66 с.
10. По туристским тропам Калужской области. Выпуск 2. Инструктивный материал в помощь руководителям туристических походов. – Калуга Кн. изд-во, 1964 – 26 с.
11. Рыбакова, М. Счастливый человек. Маршруты краеведа Александра Юдина. – URL: <https://www.vest-news.ru/article/168889?ysclid=mfdyohwlce354937077> (дата обращения: 10.01.2026).

В.Г. Петрова, Э.Ю. Суслова

Разведчик недр: научные открытия и практические достижения

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматривается жизненный путь и профессиональная деятельность выдающегося геолога Виктора Григорьевича Петрова, сыгравшего значительную роль в формировании минерально-сырьевой базы Калужской области. Анализируются ключевые этапы его работы: от разведки угольных месторождений до открытия уникальных залежей палыгорскитовых и огнеупорных глин. Показан вклад учёного в развитие региональной геологии в 1950-1980-е годы.

Ключевые слова: геология, Калужская область, угольные месторождения, палыгорскитовые глины, огнеупорные глины, минерально-сырьевая база.

V.G. Petrov, E.Yu. Suslova

Prospector: scientific discoveries and practical achievements of

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga

The article examines the life path and professional activities of the outstanding geologist Viktor Grigorievich Petrov, who played a significant role in the formation of the mineral resource base of the Kaluga region. Key stages of its work are analyzed: from exploration of coal deposits to the discovery of unique deposits of palygorskite and refractory clays. The scientist's contribution to the development of regional geology in the 1950-1980s is shown.

Key words: geology, Kaluga region, coal deposits, palygorskite clays, refractory clays, mineral raw material base.

Геологическое изучение Калужской области в послевоенный период связано с именами выдающихся специалистов, среди которых особое место занимает Виктор Григорьевич Петров.

Виктор Григорьевич Петров – выдающийся российский геолог, внёсший значительный вклад в изучение минерально-сырьевой базы Калужской области и других регионов России. Его биография насыщена событиями, связанными как с военной, так и с научной деятельностью.

Цель данной статьи – осветить основные достижения В. Г. Петрова и оценить их значение для региональной геологии.

Виктор Григорьевич Петров – заслуженный геолог Российской Федерации. Виктор Григорьевич Петров родился в 1926 году в Вологодской области. С 1943 года принимал участие в Великой Отечественной войне на Северном флоте. В октябре 1945 года после ранения был демобилизован.

Свою геологическую карьеру начал в тресте «Донбассуглегеология», куда был принят в 19 лет. Благодаря инициативности и исполнительности через полгода был переведён на должность техника-геолога. Весной 1947 года направлен на разведку антрацитов. Осенью того же года составил свой первый геологический отчёт с подсчётом запасов угля. В Донбассе работал в Щегловской партии около города Сталино (ныне Донецк), где участвовал в разведке коксующихся углей на глубинах 400–1200 метров. В 1949 году поступил в Днепропетровский горный институт имени Артёма. После его окончания был направлен в Геологическое управление центральных районов Министерства геологии СССР [1, с. 45-51].

В 1954 году В. Г. Петров был назначен старшим геологом в Спас-Деменскую геологоразведочную экспедицию. Позже работал главным геологом в Сухиничской экспедиции и непродолжительное время — в Ельнинской экспедиции в Смоленской области. Рядом с ним трудилась его супруга Зинаида Даниловна в должности геолога камеральных групп.

К концу 1950-х годов под его участием были:

- прослежены угленосные отложения на всей территории Калужской области;
- открыты десятки угольных месторождений, включая крупнейшее в Подмосковном бассейне Воротынское месторождение;
- завершено строительство шахт «Козельская», «Середейская», «Калужская» (Куровская);
- начато строительство ещё пяти шахт.

В конце 1958 года экономика страны начала переход с угля на нефть и газ, что привело к ликвидации углеразведочных экспедиций. В 1959 году В.Г. Петрова перевели на должность главного геолога в Брянскую экспедицию, занимавшуюся разведкой месторождений стройматериалов. В конце 1961 года в Калуге была организована комплексная геолого-геофизическая экспедиция, и Виктор Григорьевич был назначен её главным геологом. В 60-х и 70-х годах прошлого века были достигнуты колоссальные результаты [2, с. 88-94; 3, с. 248].

Ежегодно по результатам полевых экспедиций в эксплуатацию вводили до 8 месторождений известнякового камня, кирпичного сырья, строительных песков, песчано-гравийного материала, мела. Среди ключевых

открытий того периода два уникальных месторождения – Борщевское и Ульяновское.

Борщёвское комплексное месторождение расположено около села Борщёвка Ферзиковского района Калужской области. В 1982 году месторождению был присвоен всесоюзный уровень, первооткрыватели получили премию. Борщевское месторождение является первым и единственным в РФ месторождением палыгорскитовой глины. Борщёвское месторождение относится к комплексным: здесь ведётся добыча: палыгорскитовых глин, глин для производства цементного клинкера, известняков и суглинков. Ключевое преимущество сырья – малое количество примесей, что позволяет получать высококачественный конечный продукт [4, с. 192].

Ульяновское месторождение огнеупорных и керамических глин расположено в Ульяновском районе Калужской области, в 4 километрах северо-западнее районного центра — села Ульяново. Это одно из крупнейших месторождений в России, по объёму разведанных запасов оно занимает первое место в европейской части страны.

Петров является автором 69 производственных работ и 16 научных трудов, включая две книги:

«История геологического изучения Калужской области» (2000 г.).

«Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области» (2003 г.).

Он защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Геотектоника» в Московском государственном университете и активно участвовал в научных конференциях, делаясь своими знаниями и опытом с молодым поколением геологов.

Вся производственная и научная деятельность Виктора Григорьевича Петрова была направлена на развитие геологии и создание минерально-сырьевой базы региона. Он считал свою работу значимой и полезной, что вдохновляло его на новые достижения. Его книги и научные труды продолжают служить основой для подготовки новых специалистов в области геологии.

Деятельность Виктора Григорьевича Петрова оказала существенное влияние на геологическое освоение Калужской области. Его работа способствовала:

- созданию минерально-сырьевой базы региона;
- развитию строительной и металлургической промышленности;
- подготовке квалифицированных кадров геологов.

Период 1960–1980-х годов, который сам Петров называл «золотым веком» геологии, стал временем масштабных открытий и практического применения геологических знаний. Заслуги В. Г. Петрова отмечены орденами, медалями и званиями:

- орден Отечественной войны II степени;
- медаль «За оборону Советского Заполярья»;
- медаль «За победу над Германией»;
- медаль «За доблестный труд»;
- медаль «За особые заслуги перед Калужской областью»

III степени.

- звание «Заслуженный геолог России»;

В 2017 году на доме №84 по улице Московской в Калуге в честь заслуженного геолога Российской Федерации Виктора Григорьевича Петрова установлена мемориальная доска. Теперь Дом № 84 на улице Московской в Калуге хранит память о учёном, чьё имя прочно связано с развитием региональной геологии. Его исследования заложили основу для изучения минерально-сырьевых богатств нашего края, а научные труды до сих пор служат ориентиром для молодых геологов [5, с. 5].

Список литературы:

1. Самое многообещающее месторождение региона: история и день сегодняшний. Полезные и копаемые. Сайт газеты «Калужские Губернские ведомости» 30.05.2024. – URL: <https://kgvinfo.ru/novosti/obshchestvo/poleznye-i-kopaemye/> (дата обращения: 10.01.2026).
2. Петров, В.Г. Особенности строения Калужской кольцевой структуры и ее положение в Московской синеклизе [Текст]: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. (04.00.04) / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Геол. фак. – Москва: [б. и.], 1974. – 20 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007323072> (дата обращения: 10.01.2026).
3. Петров, В.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области. – Калуга: Изд-во «Гриф», 2003. – 248 с.
4. Петров, В.Г. История геологического изучения Калужской области. – Калуга: Изд-во «Золотая аллея», 2000. – 192 с.
5. Калужская неделя. 08.12.2017. С.5. Новость: «В Калуге открыта мемориальная доска заслуженному геологу В. Г. Петрову».

«Химия и методика преподавания химии»

УДК 544.726;546.47

М.П. Битков, Р.А. Гаранин

Особенности сорбционной активности альгинатных гидрогелей в отношении катионов висмута и серебра

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В настоящей работе рассмотрены методики синтеза сорбционных материалов на основе альгинатов, а также определены наиболее подходящие носители и условия их использования. Было выполнено исследование, направленное на повышение сорбционной эффективности по отношению к ионам серебра (Ag) и висмута (Bi) в условиях варьирования температуры и концентрации. В результате экспериментов были получены сравнительные характеристики сорбционной емкости альгинатов кальция, кальция-магния и алюминия. Это позволило выявить закономерности, показывающие, как природа катиона-стабилизатора в альгинатной матрице влияет на степень адсорбции и селективность извлечения ионов металлов из водных сред.

Ключевые слова: адсорбция, биополимерные сорбенты, альгинатные носители, ионы Bi, ионы Ag, тяжелые металлы.

M.P. Bitkov, R.A. Garanin

Features of the sorption activity of alginate hydrogels towards bismuth and silver cations

Kaluga state University named after K. E. Tsiolkovski, Kaluga

In this work, the methods of synthesis of sorption materials based on alginate are considered, and the most suitable carriers and conditions for their use are determined. A study was carried out aimed at increasing the sorption efficiency in relation to silver (Ag) and bismuth (Bi) ions under conditions of varying temperature and concentration. As a result of the experiments, comparative characteristics of the sorption capacity of calcium, calcium-magnesium and aluminum alginate were obtained. This allowed us to identify patterns that show how the nature of the stabilizing cation in the alginate matrix affects the degree of adsorption and the selectivity of metal ion extraction from aqueous media.

Key words: adsorption, biopolymer sorbents, alginate carriers, Bi ions, Ag ions, heavy metals.

Введение

На фоне активного роста химической, металлургической, фармацевтической и электротехнической отраслей промышленности, все более актуальной становится задача разработки высокоэффективных технологий для извлечения и аналитического мониторинга токсичных ионов серебра и висмута в природных и промышленных сточных водах [1, 3, 9]. Нормативные документы, такие как СанПиН 1.2.3685-21 и ГН 2.1.5.1315-03, устанавливают строгие ограничения на содержание этих элементов в питьевой воде и водоёмах хозяйственно-бытового назначения. Это, в свою очередь, формирует запрос на создание доступных, экологически безопасных и селективных сорбционных материалов для удаления ионов тяжёлых металлов [2, 4, 6].

Использование биосорбентов, созданных на базе альгинатных носителей, открывает значительные перспективы для решения проблемы очистки водных сред. Альгинаты, являясь природными полисахаридами из бурых водорослей, обладают рядом ценных свойств: высокой комплексообразующей способностью, биоразлагаемостью и отсутствием токсичности, что делает их идеальными кандидатами для этих целей [5, 7-8, 10].

В связи с этим, целью данного исследования является оценка потенциала альгинатных носителей для экстракции ионов серебра и висмута из модельных растворов, которые имитируют состав сточных вод косметических, фармацевтических и металлургических предприятий. Также работа направлена на определение оптимальных параметров для эффективного протекания этих процессов.

Материалы и методы

Экспериментальной базой служили водные растворы, моделирующие промышленные стоки. Эти растворы-аналоги содержали соли висмута ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и серебра (AgNO_3). Массовая концентрация катионов висмута (Bi^{3+}) в подготовленных растворах варьировалась в диапазоне 2,1; 5,2; 10,5; 15,7 и 20,9 мг/л. Для катионов серебра (Ag^+) были заданы концентрации 1,08; 2,7; 5,4; 8,1 и 10,8 мг/л. В эксперименте применялись три вида адсорбентов, синтезированных по стандартизированной методике (табл. 1).

Таблица 1 – Сорбенты, использованные при проведении экспериментов

№ сорбента	Тип сорбента
1	Основа – раствор альгината натрия (2%), активатор – раствор CaCl_2 (1,4%)
2	Основа – раствор альгината натрия (2%), активатор – раствор CaCl_2 (1,4%) + раствор MgCl_2 (1,4%)
3	Основа – раствор альгината натрия (2%), активатор – раствор AlCl_3 (1,4%)

Подготовка сорбентов, имеющих форму гранул диаметром 3-4 мм, включала их промывку дистиллированной водой до достижения нейтрального pH. Затем следовала сушка при температуре 50 °С до тех пор, пока препарат не достигал постоянной массы, а диаметр микросфер не уменьшался до 1-2 мм. Подготовленные образцы хранились в сухом, защищенном от света месте при температуре 20-25 °С.

На следующем этапе в каждый раствор с заданной концентрацией ионов помещали подготовленные сорбенты. Процесс сорбции (экспозиция) проводился при трех температурных режимах: 5, 10 и 20 °С. Выбор данного температурного диапазона был продиктован физико-химическими свойствами водных растворов используемых солей. Для оценки динамики процесса были установлены следующие временные интервалы: 1, 4, 8, 12, 24, 48 и 72 часа. Такой подход позволял проверить гипотезу о возможной естественной регенерации альгинатных носителей, которая могла бы привести к обратному высвобождению сорбированных катионов в раствор.

Количественное определение ионов висмута в модельных средах осуществлялось фотометрическим методом. Концентрацию ионов серебра измеряли методом потенциометрического титрования. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью лицензионной версии программы Microsoft Excel. Для каждого типа сорбента каждой из пяти исходных концентраций, в каждой из семи временных точек и при каждом температурном режиме были рассчитаны остаточные массовые концентрации катионов металлов.

Результаты исследований

На основании полученных данных для каждого типа альгинатного адсорбента были вычислены ключевые показатели, отражающие

эффективность захвата веществ (сорбцию) и максимальную способность поглощения (статическую объемную емкость). Для обеспечения достоверности каждый опыт выполнялся трижды. Средние значения, полученные из этих независимых испытаний, были использованы для дальнейшего анализа. Графическое представление результатов по извлечению ионов висмута представлено на рисунке 1.

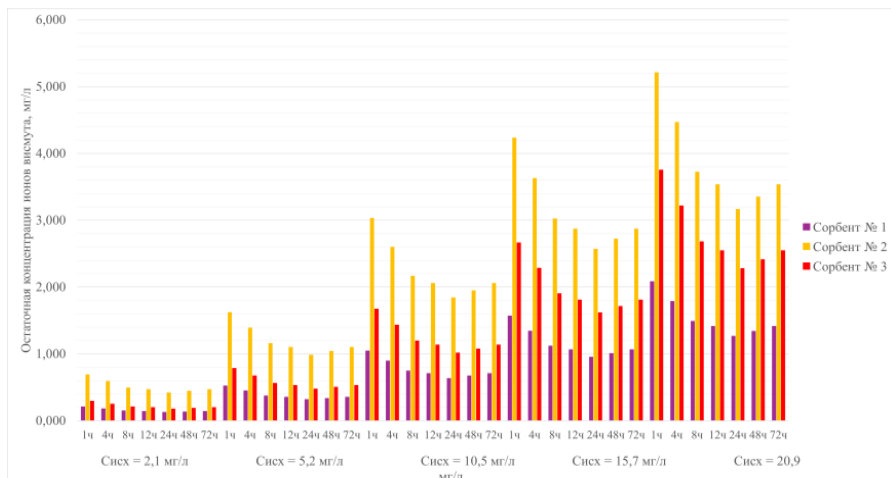


Рисунок 1 – Сравнительный анализ сорбции ионов висмута различными типами сорбентов при температуре 20 °С.

Анализируя данные, представленные на рисунке 1, можно отметить значительную начальную активность всех изученных порошков в отношении ионов висмута при температуре 20 °С. Этот результат превосходит показатели, зафиксированные при более низких температурах – 5 и 10 °С. Кроме того, в промежутке времени от 48 до 72 часов были обнаружены признаки обратного высвобождения адсорбированных веществ (десорбции). Сравнительный анализ эффективности сорбционных процессов показал, что разные виды сорбентов демонстрируют различную результативность при работе с ионами висмута (рис. 2).

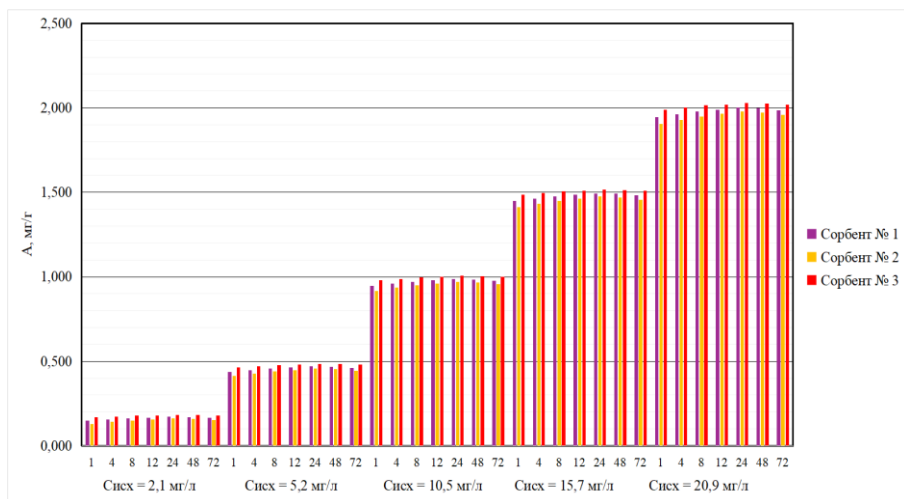


Рисунок 2 – Величина адсорбции катионов висмута различными типами сорбентов при температуре 20 °С.

Далее, аналогичные испытания были проведены для оценки способности альгинатных сорбентов извлекать ионы серебра. Итоговые результаты этих экспериментов приведены на рисунке 3.

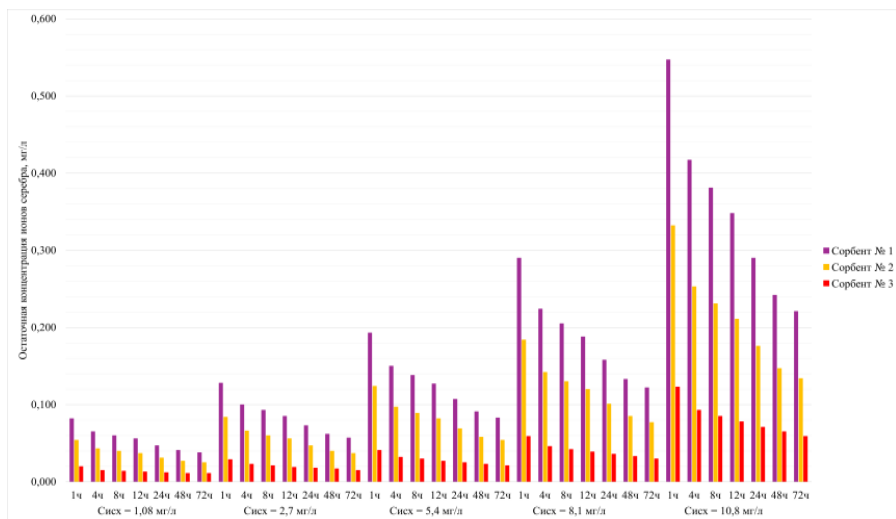


Рисунок 3 – Сравнительный анализ сорбции ионов серебра различными типами сорбентов при температуре 20 °С.

Обобщая данные с рисунка 3, можно констатировать, что начальная сорбционная активность материалов по отношению к ионам серебра при 20 °С также превышает показатели, полученные при 5 и 10 °С. Примечательно, что, в отличие от ионов висмута, признаков десорбции при работе с ионами серебра выявлено не было. Проведенный сравнительный анализ также подтвердил различия в эффективности сорбции ионов серебра различными типами альгинатных сорбентов (рис. 4).

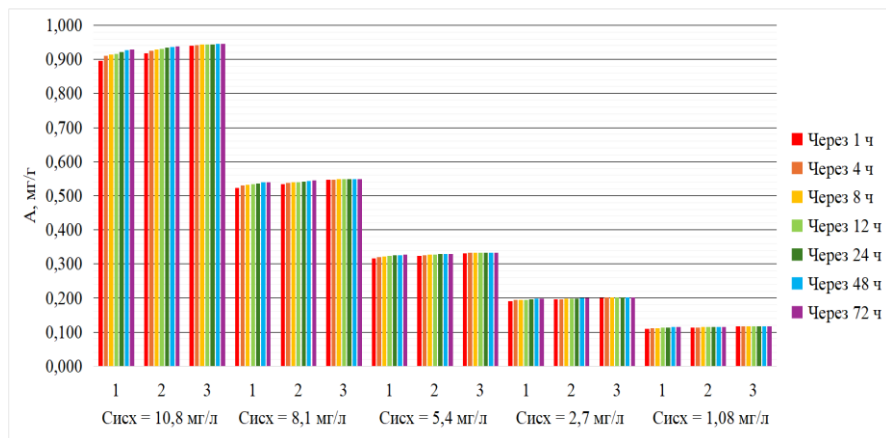


Рисунок 4 – Величина адсорбции катионов серебра различными типами сорбентов при температуре 20 °С.

В целом, по результатам проведённых экспериментов установлено, что альгинатные биосорбенты демонстрируют высокую способность к извлечению исследованных металлов. Степень очистки варьировалась в диапазоне от 58% до 98% и зависела от конкретного типа биосорбента, химической природы металла и его исходной концентрации в растворе.

Выводы

1. Биосорбент № 3 показал высокую избирательность в процессе извлечения ионов висмута и серебра.
2. Сорбенты № 1 и 2 продемонстрировали хорошую эффективность, однако уступили сорбенту № 3.
3. Оптимальная температура для достижения максимальной сорбционной активности сорбентов в отношении исследованных металлов составила 20 °С.

4. Во временном интервале от 48 до 72 часов для ионов висмута были зафиксированы признаки десорбции, что объясняется спецификой взаимодействия этих ионов с используемыми сорбентами.

5. Десорбция ионов серебра в ходе экспериментов не наблюдалась.

Список литературы:

1. Гельферих, Ф. Иониты. Основы ионного обмена / Ф. Гельферих; пер. с англ. под ред. К.В. Чмутова. – Москва: Издательство иностранной литературы, 2018. – 490 с.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Москва: Минздрав России, 2003. – 154 с.
3. Долгонос, Б.М. Нелинейная динамика сорбции из растворов / Б.М. Долгонос. – Москва: ЛЕНАНД, 2018. – 320 с.
4. Ершов, Ю.А. Механизмы токсического действия неорганических соединений / Ю.А. Ершов, Т.В. Плетнева. – Москва: Медицина, 2019. – 272 с.
5. Когановский, А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод / А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко. – Киев: Наукова думка, 2018. – 240 с.
6. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Москва: Роспотребнадзор, 2021. – 469 с.
7. Смирнов, А.Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. – Ленинград: Химия, 2018. – 168 с.
8. Сорбционные свойства альгинатов по отношению к ионам тяжелых металлов / А.С. Иванова, Т.П. Кузнецова, Н.Г. Базарнова, Е.В. Маркова // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93. – № 5. – С. 645-653.
9. Фритц, Дж. Количественный анализ / Дж. Фритц, Г. Шенк; пер. с англ. под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Мир, 2019. – 558 с.
10. Яковлев, С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – Москва: Стройиздат, 2019. – 320 с.

А.П. Воронова, Р.А. Гаранин

**Экологическая оценка влияния фторсодержащих сточных вод
на качество поверхностных вод Яченского водохранилища**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматривается экологическая значимость мониторинга ионов фтора в Яченском водохранилище, а также потенциальные риски, связанные с сбросами сточных вод предприятий Калужской области. На основе фотометрического метода с проведён мониторинг концентраций ионов фтора в четырёх контрольных точках Яченского водохранилища и в сточных водах предприятия Калужской области в течение пяти месяцев (сентябрь 2025 – март 2025).

Ключевые слова: фториды, сточные воды, экологический мониторинг, флюороз, ПДК.

A.P. Voronova, R.A. Garanin

**Environmental assessment of the effect of fluorinated wastewater on the
surface water quality of the Yachenskoye reservoir**

Kaluga state University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article discusses the environmental significance of monitoring fluoride ions in the Yachensky Reservoir, as well as the potential risks associated with the discharge of wastewater from enterprises in the Kaluga Region. Based on the photometric method, the concentrations of fluorides were monitored at four control points in the Yachensky Reservoir and in the wastewater of a Kaluga Region enterprise over a period of five months (September 2025 to March 2025).

Key words: fluorides, wastewater, environmental monitoring, fluorosis, MPC.

Введение

Яченское водохранилище расположено в Калужской области, используется для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Водоём расположен на западе Калуги, образован в устьевой части реки Яченки. Объём водохранилища составляет порядка 6,5 млн м³. Длина водохранилища – 2,5 км, максимальная ширина – 800 м, максимальная глубина – 7 м. Годовой сток реки Яченки на входе в Яченское

водохранилище составляет 209 000 м³ в феврале, 17 275 000 м³ в апреле. Средний годовой сток реки Яченки – 2111,75 тыс. м³ [4].

Яченское водохранилище является ключевым источником хозяйственного водоснабжения для Калужской области, а также важным ресурсом для спортивного рыболовства, орошения и рекреационных целей. Состояние его вод напрямую влияет на здоровье населения, на устойчивость экосистемы и экономическую устойчивость региона, т.к. расположено в черте города. Поэтому регулярная экологическая оценка химических показателей поверхностных вод имеет особую актуальность, в том числе ионов фтора, обладающих выраженным биологическим действием.

Для мониторинга качества воды были выбраны 4 точки отбора проб (рис. 1):

1. K1 (54.530779, 36.237960). Северная часть Яченского водохранилища, впадение реки Яченки
2. K2 (54.526367, 36.224290). Западная часть Яченского водохранилища
3. K3 (54.519919, 36.229751). Восточная часть Яченского водохранилища
4. K4 (54.511338, 36.215426). Южная часть Яченского водохранилища, расположена за дамбой, через которую осуществляется сброс воды.

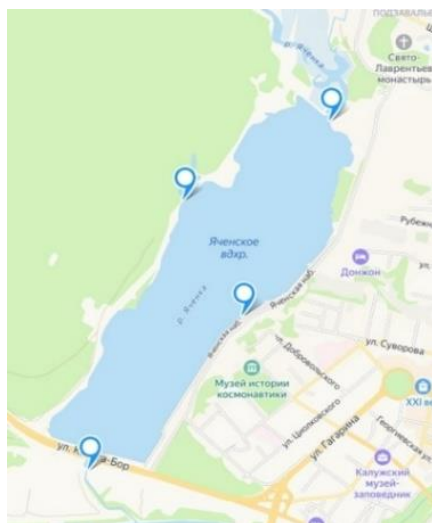


Рисунок 1 – Координаты мест отбора проб воды Яченского водохранилища.

Фтор является необходимым микроэлементом для живых организмов, играющим важную роль в формировании костной ткани и зубной эмали. В природных экосистемах фтор участвует в биохимических процессах, однако его избыток или недостаток может приводить к серьезным нарушениям.

Повышенные концентрации ионов фтора в воде могут вызывать флюороз – хроническое заболевание, характеризующееся поражением зубной эмали, костной ткани и нарушением работы ЦНС. При содержании фторида в воде 1,0-1,5 мг/л флюороз распространен у 20-30% населения, при концентрации 1,5-2,5 мг/л – у 30-45 %, выше 2,5 мг/л – у 50%. Показатель выше 3 мг/л вызывает развитие флюорозного поражения уже у 90% населения эндемического района [3].

Согласно исследованию [8] в Московской области Воскресенского района было зафиксировано превышение 7,62 мг/л концентраций фторид ионов в Новочеркасском озере. Аналогичные риски могут возникать в Калужской области, в том числе из-за не контролируемых сбросов сточных вод промышленных предприятий в г. Калуга.

С другой стороны, недостаточное потребление фтора (менее 0,5 мг/л) может приводить к увеличению кариеса зубов. Суточная норма потребления фтора для взрослого человека составляет 1,5-4 мг [6].

В ряде стран практикуется искусственное фторирование воды до концентрации 0,7-1,2 мг/л. Например, в США употребление фторированной воды позволило сократить заболеваемость кариесом на 25-50% [3].

Таким образом, контроль за уровнем ионов фтора имеет двойную важность: защита от токсичности и обеспечение достаточного потребления микроэлемента.

Цель исследования: провести экологическую оценку содержания ионов фтора в поверхностных водах Яченского водохранилища и оценить влияние сточных вод на уровень ионов фтора в воде.

Методика исследования

Для определения содержания ионов фтора в воде использовался фотометрический метод с лантан-ализаринкомплексом. с образованием комплекса сине-фиолетового окрашивания.

Для этого была приготовлена серия стандартных растворов с известными концентрациями фторид-ионов (F^-): 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1 мг/л. Оптическая плотность (A) растворов измерялась на спектрофотометре

при длине волны $\lambda = 620$ нм. С градуировочным графиком можно ознакомиться на рисунке 2.

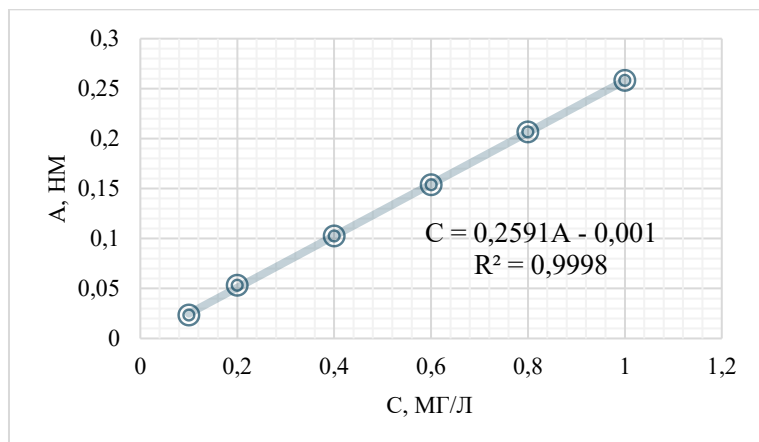


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации фторид-ионов.

Результаты и их обсуждение

С результатами исследования поверхностных вод Яченского водохранилища г. Калуги с сентября по март можно ознакомиться в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения ионов фтора в поверхностных водах Яченского водохранилища.

Место отбора	Найдено, мг/л					
	16.09.25	23.10.25	27.11.25	25.12.25	17.03.25	Среднее
K1	0,267	0,193	0,159	-	-	0,206
K2	0,216	0,238	0,17	0,147	0,172	0,189
K3	0,199	0,193	0,147	-	0,143	0,17
K4	0,176	0,182	0,135	0,155	0,121	0,154

За весь период исследования не было зафиксировано случаев, когда содержание фтора в воде водохранилища поднималось выше установленного значения ПДК (ПДК ионов фтора для II климатического региона 1,5 мг/л). Среднее значение составило 0,15-0,21 мг/л, что не выходит за предел ПДК, но ниже уровня рекомендуемого минимума 0,5 мг/л (см. рис. 3).

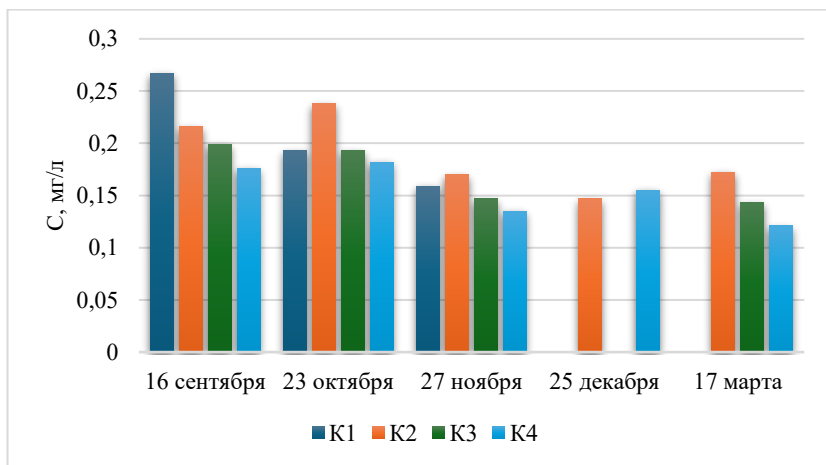


Рисунок 3 – Динамика изменения концентрации фторид-ионов в воде Яченского водохранилища в зависимости от времени года.

На рис. 3 можно увидеть сезонную динамику изменений концентрации фторид-ионов в поверхностных водах. В ходе исследования было установлено, что концентрация ионов фтора в воде Яченского водохранилища незначительно уменьшается с сентября по март. Известно, что при отсутствии источников существенного загрязнения фторид-ионы в основном поступают в реки с грунтовыми водами. В паводковый период поступление фторид-ионов за счёт грунтовых вод уменьшается, поэтому в паводковый период (март – 0,12-0,17 мг/л) концентрация фторид ионов ниже, чем в меженный. (сентябрь – 0,18-0,27 мг/л)

Более низкая температура окружающей среды также может влиять на содержание фторид-ионов в воде (октябрь – декабрь 0,14-0,24 мг/л). Ионы кальция образуют малорастворимое соединение CaF_2 , что влияет на миграционную способность фторид-ионов. При более низкой температуре фториды менее растворимы в воде, что снижает их концентрацию.

Параллельно был проведён анализ фторсодержащих сточных вод в течение полугода. С динамикой содержания фторид-ионов в сточных водах на всех стадия нейтрализации можно ознакомиться на рис. 4.

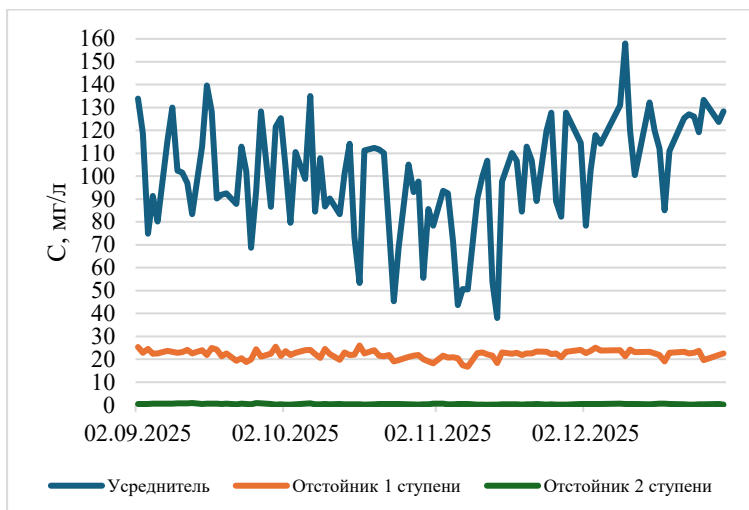


Рисунок 4 – Содержание ионов фтора в сточных водах на всех стадиях очистки.

- Усреднитель: 100,1 мг/л.
- Отстойник 1 ступени: 22,2 мг/л.
- Отстойник 2 ступени: 0,33 мг/л.

При ежедневном сбросе 100 м³ фторсодержащих сточных вод с концентрацией 0,33 мг/л, общее количество фтора, поступающее в водохранилище, составляет 33 г/сут. Суточный внос фтора при полном смешивании в Яченском водохранилище создаёт фоновую концентрацию ~0,006 мкг/л, что порядком ниже действующих ПДК.

Выводы

1. Концентрация фторид-ионов в Яченском водохранилище в среднем составила 0,15-0,27 мг/л. Установленное значение находится в пределах ПДК: 1,5 мг/л.

2. С учётом низкого уровня фторидов в питьевой воде (0,15-0,27 мг/л – за весь период мониторинга) рекомендуется оценить состояние стоматологического здоровья населения и, при подтверждении дефицита, рассмотреть возможность целенаправленного фторирования питьевых вод.

3. Система очистки сточных вод эффективно снижает концентрацию фторидов перед сбросом. Общее количество фтора, поступающее в водохранилище, составляет 33 г/сутки. С учётом сезонных изменений

и сливной способности водохранилища, это количество не представляет значительной угрозы для экосистемы.

4. Сезонные колебания содержания ионов фтора обусловлены естественными гидрологическими процессами. Летом (низкий сток): риск накопления фтора выше, но при данном объёме сброса концентрация остаётся допустимой. Весной и осенью (паводки): разбавление усиливается, концентрация фтора снижается.

5. Необходим постоянный мониторинг качества воды для предотвращения возможных превышений ПДК в будущем.

Список литературы:

1. Авраамова, О.Г. Фториды в питьевой воде и профилактика кариеса / О.Г. Авраамова. // Профилактическая стоматология. – 2012. – № 5. – С. 36-38.
2. ГП 2Л.5Л315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – Москва: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003 – 154 с. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/649/4294815336.pdf> (дата обращения: 08.04.2026).
3. Иорданишвили, А.К. Фториды и здоровье человека: современные аспекты применения / А.К. Иорданишвили, Е.Х. Баринев. // Здравоохранение Югры: опыт и инновации. – 2022. – № 1. – С. 62-65.
4. Лыков, И.Н. Геоэкологические особенности Яченского водохранилища города Калуги / И.Н. Лыков, Н.Б. Лобода, Е.Э. Кубо // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 4. – С. 64-68.
5. Мусиев, А.А. Особенности стоматологического статуса у пациентов, страдающих флюорозом зубов и проживающих вне зоны эндемического поражения: специальность 14.01.14 «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Мусиев Алижу Апсалутинович; Московский государственный медицинский университет. – Москва, 2020. – 121 с.
6. Определение содержания фторидов в воде / И. В. Темерева, Т. Ю. Степанова, Е. А. Елисеева, Е. Ф. Романова // XI Международная научно-практическая конференция «Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития». – Омск: Текстовое электронное

издание, 2024. – С. 572-578. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64895052> (дата обращения: 08.04.2026).

7. ПНД Ф 14.1:2:3:4.179-2002. Методика измерений массовой концентрации фторид-ионов в питьевых, поверхностных, подземных пресных и сточных водах фотометрическим методом с лантан(церий)ализаринкомплексом. Методика рассмотрена и одобрена федеральным бюджетным учреждением «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». – Москва. Издание 2012 г. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/2c5/4293794383.pdf> (дата обращения: 08.04.2026).

8. Рябова, Э. Г. Химическая и микробиологическая оценка состояния водных объектов Воскресенского района Московской области / Э. Г. Рябова, И. Е. Цветков // Экология урбанизированных территорий. – № 2023. – №4. – С. 35-43.

Р.А. Гаранин

**Перспективы использования пивной дробины и её модификаций
в качестве биосорбента тяжёлых металлов**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В материал статьи посещён ряд вопросов относительно использования отходов бродильных производств. В частности, детально рассмотрена перспектива использования пивной дробины и её модификаций в качестве сорбента тяжёлых металлов из водных растворов. Сделан обзор источников. Проведён анализ отечественных и зарубежных источников о перспективах использования для очистки и/или доочистки сточных вод с повышенным содержанием ионов тяжёлых металлов.

Ключевые слова: пивная дробина, сорбент, бродильные производства, сточные воды, ионы тяжёлых металлов.

R.A. Garanin

**Prospects for the application of brewer's spent grain and its
chemically/physically modified forms as a biosorbent for the adsorption
of heavy metals from aqueous solutions.**

Kaluga state University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This article addresses a range of issues concerning the use of fermentation industry by-products. In particular, it provides a detailed examination of the potential for using brewer's spent grain and its modifications as a sorbent for removing heavy metals from aqueous solutions. A comprehensive review of relevant literature is presented. The analysis covers both domestic and international sources on the prospects of using this material for the treatment and/or advanced treatment of wastewater with elevated levels of heavy metal ions.

Key words: brewer's spent grain (BSG), sorbent, fermentation industry, wastewater, heavy metal ions.

Проблема антропогенного воздействия на окружающую среду различными вредными веществами по-прежнему является актуальной. Обширная группа опасных загрязнителей представлена соединениями тяжёлых металлов [1]. В фоновых количествах некоторые тяжёлые металлы не представляют угрозу для здоровья и являются микроэлементами. В результате антропогенной деятельности концентрации ионов тяжёлых

металлов значительно увеличиваются в окружающей среде, таким образом они превращаются в ксенобиотики. Попадая с сточными водами производств в водоёмы, они представляют большую опасность для биосферы и человека. Основными загрязнителями являются металлургические предприятия и горнодобывающая промышленность и т.д. Кроме того, тяжёлые металлы попадают в почву, при сельско-хозяйственной деятельности в виде: загрязнённых удобрений и пестицидов (фосфид цинка, сульфат меди, гранозан и т.д.) [2,3]. Промышленные предприятия обязаны осуществлять очистку сточных вод до необходимых величин, что зачастую не происходит в силу устаревших технологий очистки или перегруженности очистных сооружений.

С другой стороны, злободневной проблемой утилизации являются твёрдые крупнотоннажные отходы пищевой и фармацевтической промышленности, а также производства напитков. Некоторые из них, например, дробина (пивная и спиртовая) (до 50 тыс. тонн в год), мезга (фруктово-ягодная) и прочие виды вырабатываются в больших количествах и требуют определённых подходов для утилизации. Лишь небольшая часть этих отходов в настоящий момент используется в качестве добавок в корма сельско-хозяйственных животных, а также в качестве удобрений и топлива. Тем не менее у данного вида отходов имеется огромный потенциал. В том числе в качестве сырьевой базы для изготовления биосорбентов на основе пивной дробины. Посредством полученных из дробины биосорбентов можно осуществлять очистку сточных вод от различных загрязнителей, в том числе от ионов тяжёлых металлов [4].

Состав пивной дробины является достаточно изученным вопросом. Она содержит: белки до 12% (глобулины, проламины и т.д.), 15% целлюлозо-лигнинный комплекс, 65% углеводы связанные, полифенолы и т.д. Все эти компоненты, содержат в большом количестве группы: гидроксильные, карбоксильные, сульфгидрильные, аминогруппы. Такого рода химический состав способствует хелатированию и прочному связыванию ионов тяжёлых металлов в материалах на основе пивной дробины [5].

Пивную дробину и дробину бродительных производств в качестве потенциального биосорбента тяжёлых металлов стали рассматривать относительно не так давно [6]. Вместе с тем, существуют ряд исследований относительно увеличения сорбционных способностей дробины и ее производных. Ряд авторов предложили для увеличения сорбционных способностей в отношении ионов меди использовать предварительную обработку дробины щелочными растворами. Обработка щелочами, по сути,

омыление позволяет разорвать эфирные связи между лигнинами и гликопротеидами, а также освободить гидроксильные группы полифенолов, что увеличивает число хелатирующих функциональных групп [7,8]. Другие авторы исследований исходя из высокого содержания в дробине целлюлозы предложили использование различных окислителей (пероксиды, оксиды азота и т.д.) для генерации карбоксильных групп, тем самым увеличивая сорбционную активность в отношении ионов тяжелых металлов. Таким образом обработанная пивная дробина приобретает свойства слабокислых катионитов [9,10]. Для увеличения числа и тиоловых групп дробину предварительно обрабатывали тиогликолевой кислотой в среде ДМФА, в присутствии катализаторов. После чего проводилось сравнение до и после обработки и активации. Результат показал увеличение адсорбционной способности материала в 2 раза, в отношении ионов цинка [11]. Существуют исследования ряда учёных из Беларуси предложивших оригинальное решение для повышения сорбционных свойств целлюлозосодержащих материалов. Они проводили обработку целлюлозы различными составами, при этом один из составов: «ортофосфорная кислота и мочеви́на» привели к существенному увеличению сорбционных свойств за счёт форфорилирования [12].

Исходя из анализа литературных источников остаются открытыми ряд важных пунктов. В первую очередь какого вида было исходное сырьё, т.е. какой вид солода использовался для получения дробины (светлый, карамельный, шоколадный), так как термическая обработка исходного сырья может влиять на наличие определённых функциональных групп. Второй пункт, содержала ли дробина примеси (кизельгур, силикагель, PVPP), т.к. это очень важный момент, примеси могут являться по сути сами по себе сорбентами. Присутствие в отходах пивной дробины дрожжей, в случае неправильной утилизации, может исказить чистоту результатов проводимых экспериментов [13].

Заключение. Исходя из анализа научных источников можно говорить о реальной возможности использования пивной дробины и сорбентов на её основе для очистки сточных вод от повышенного содержания тяжёлых металлов. При этом стоит отметить, что данная область исследована недостаточно и требует дальнейшего изучения как в отношении конкретных металлов, так и в отношении условий подготовки и активации пивной дробины для более эффективного извлечения ионов тяжёлых металлов и экономической целесообразности. Кроме того, необходимо проработать

вопрос дальнейшей регенерации и утилизации отработанных сорбентов, полученных на основе пивной дробины.

Список литературы:

1. Коряков А.Е., Шишкина А.А., Шишкина П.А. Воздействие предприятий металлургической промышленности на почву и пути его снижения. Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. – 2019, №9. – С. 371-375.
2. Evaluation of potential toxic metals accumulation in wheat irrigated with wastewater / K. Ahmad, K. Wajid, Z.I. Khan, I. Ugulu, H. Memoona, M. Sana et al. // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2019. – No. 102(6). – Pp. 822-828. – doi: 10.1007/s00128-019-02605-1.
3. Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В., Щербакова А. А Распределение токсичных элементов в зерновом сырье и снижение их содержания при применении ферментных препаратов // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12-1. – С. 91-92.
4. Экологические аспекты использования отходов пивоварения / С.В. Долгушина, А.В. Белов, Н.М. Мусаева, Э.Ю. Булычев // Пиво и напитки. – 2003. – № 2. – С. 28-29.
5. Shen Y, Abeynayake R, Sun X, Ran T, Li J, Chen L, et al. Feed nutritional value of brewers' spent grain residue resulting from protease aided protein removal. Journal of Animal Science and Biotechnology. – 2019. – No. 10 (1). – URL: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0382-1> (дата обращения: 06.04.2026).
6. Reddy DHK, Lee S-M, Seshiah K. Biosorption of toxic heavy metal ions from water environment using honeycomb biomass – An industrial waste material // Water, Air, and Soil Pollution. – 2011. – No. 223 (9). Pp. 5967-5982. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1332-0> (дата обращения: 06.04.2026).
7. Lu, S. Copper removal from wastewater using spent-grain as bio sorbent / S. Lu, S.W. Gibb // Bioresource Technology. – 2008. – Vol. 99. – Pp. 1509-1517.
8. Performance evaluation of Fe (III) adsorption onto brewers' spent grain / O.C. Zinyon, O.E. Nwosu, L.O. Akhigbe, I.R. Ilaboya // Nigerian Journal of Technology. – 2016. – No. 35 (4). – Pp. 970-978. – URL: <https://doi.org/10.4314/njt.v35i4.36> (дата обращения: 06.04.2026).
9. Oxidized cellulose – Survey of the most recent achievements / S. Coseri, G. Biliuta, B.C. Simionescu, K. Stana-Kleinschek, V. Ribitsch, V. Harabagiu // Carbohydrate Polymers. – 2013. – No. 93 (1): – Pp. 207-215. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.03.086>.

10. Su Y, Wenzel M, Paasch S, Seifert M, Böhm W, Doert T, et al. Recycling of brewer's spent grain as a biosorbent by nitro-oxidation for uranyl ion removal from wastewater // ACS Omega. – 2021. – No. 6 (30). – Pp. 19364-19377. – URL: <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00589> (дата обращения: 06.04.2026).
11. Chai L, Li Q, Zhu Y, Zhang Z, Wang Q, Wang Y, et al. Synthesis of thiol-functionalized spent grain as a novel adsorbent for divalent metal ions // Bioresource Technology. – 2010. – No. 101 (15). – Pp. 6269-6272. – [ps://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.009](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.009).
12. Хмылко, Л.И. Сорбенты на основе лигнина и целлюлозосодержащих материалов / Л.И. Хмылко // Свиридовские чтения. Минск: БГТУ, 2012. – №8. – С.232-238.
13. Garanin, R. Absorption of copper ions from aqueous solutions by yeast crops / R. Garanin, I. Lykov // The scientific heritage. – 2021. – Vol. 3. – №. 80. – С. 7-10. – URL: <http://www.scientific-heritage.com/wp-content/uploads/2021/12/The-scientific-heritage-No-80-80-2021-Vol-3.pdf> (дата обращения: 06.04.2026).

Р.А. Земляной¹, Л.В. Донцова¹, С.В. Манцев², Р.А. Розиев²
Исследование антиокислительных свойств селеноорганического
соединения «Селексен»

¹*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга*

²*ООО «Институт лечебного питания», г. Обнинск*

Проведено исследование антиокислительных свойств селенопирана (Селексен®). Было установлено, что введение в растительное масло Селексена приводит к уменьшению накопления активных форм кислорода (перекисного числа) при концентрации рекомендованных для обогащения продуктов питания селеном.

Ключевые слова: перекисное число, Селексен®, стабильность.

R.A. Zemlyanoi¹, L.V. Dontsova¹, S.V. Mantsev², R.A. Rosiev²
Investigation of the antioxidant properties
of the selenium-organic compound Selexen

¹*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga*

²*LLC "Institute of Therapeutic Nutrition, Obninsk*

A study of the antioxidant properties of selenopyran (Selexen®) has been conducted. It was found that the introduction of Selexene into vegetable oil leads to a decrease in the accumulation of reactive oxygen species (peroxide number) at the concentration recommended for fortification of food with selenium.

Key words: peroxide value, Selexene®, stability.

Введение

На этапе разработки фармацевтической продукции следует уделять значимое внимание стабильности при хранении, а также совместимости и взаимодействия компонентов. Особо этот вопрос значим для продукции, содержащей жиры и производные жирных кислот, которые при свободно-радикальном окислении образуют соединения активных форм кислорода и токсичные альдегиды, в частности мооновый диальдегид. Мооновый диальдегид является известным канцерогеном и маркером окислительного стресса. Для контроля окислительной стабильности жиров и производных жирных кислот применяется определение перекисного числа (определение активного кислорода, перекиси) и анизидиновое число (определение альдегидных групп). Кроме того, используется показатель кислотного числа,

но он характеризует гидролитическую устойчивость. Содержание активных форм кислорода и альдегидов является нормируемыми показателями, например, их содержание нормируется ГОСТ 1129-2013 для растительного масла, содержание в мягких лекарственных формах ОФС.1.4.1.0008, суппозиториях ОФС.1.4.1.0013.15 и в маслах растительных ОФС.1.5.2.0002.15 [1-2, 7, 9].

В настоящее время на рынок выводятся фармацевтические препараты и биологически активные добавки к пище, содержащие в своем составе селен, виде различных соединений, который является необходимым микроэлементом. В настоящее время для производства лекарственных препаратов имеются фармацевтические субстанции селенита натрия и органическое соединение селенопирана Селенокс®. Для обогащения пищевых продуктов и производства биологически активных добавок к пище применяется селенит натрия, а также органические соединения селена селенометионин и селенопирана, Селексен®. Селеноорганические соединения проявляют выраженные восстановительные свойства, в связи с этим они могут являться также антиоксидантами [11].

Ряд примеров продукции, в том числе и фармацевтической, обогащенной селеном содержит липофильные соединения или растительные масла, например, «Виардо форте» [3-6]. При разработке новых продуктов возможно также учитывать антиоксидантные свойства, и применять селеноорганические соединения как источники микроэлемента, так и антиоксидант. По этой причине нами была поставлена задача исследовать возможность применения Селексена® в рекомендуемых дозах, как источника селена, как антиоксиданта. Также исследования влияния Селексена® на стабильность жиров обусловлены способностью давать стабильные растворы в пищевых маслах, также это является рекомендуемым способом его введения в состав продукции.

Материалы и методы

В ходе исследования моделировались различные варианты хранения продукции, в темном месте и при естественном освещении при комнатной температуре. Исследования проводились на подсолнечном рафинированном («Слобода») и нерафинированном масле («Селяночка», высший сорт), соответствующему ГОСТ1129-2013 [1]. Нагрев и выдержка при 80° С 18 часов с последующим хранением в течение месяца в темном месте, а также стерилизации при 120°С 1 час, что имитирует технологические процессы или кулинарную обработку. Хранение образцов осуществлялось в стеклянной колбе, которая была на половину заполнена и закрыта полиэтиленовой

пленкой. Заполненная на половину тара обуславливала более интенсивное окисление, за счет запаса кислорода. Для исследования были приготовлены растворы Селексена® (ТУ 9325-014-79899185-2007) в масле с содержанием 2 и 10 ppm (2 и 10 г/т), что моделирует концентрации селенипирана в обогащенных продуктах и биологически активных добавках к пище или лекарственных препаратах[10]. Стабильность оценивалась по увеличению перекисного числа, по методике ОФС.1.2.3.0007.15, способ 2 [8]. Реактивы и материалы уксусная кислота х.ч, изookтан х.ч. («Акос», Россия), Натрия тиосульфат х.ч. («Вектон», Россия), натрия карбонат х.ч. («Вектон», Россия), калия йодид х.ч. Для титрования был приготовлен 0,01 М раствор натрия тиосульфат, титр был установлен по дихромату калия, согласно ОФС, «Титрованные растворы». Навеска образца 3-5 г растворялась в смеси уксусной кислоты и изookтана (3:2), затем в раствор добавлялось 0,5 мл насыщенного раствора калия йодида. Смесь взбалтывалась 1 минуту, после этого проводилось титрование раствором тиосульфата натрия до соломенно-желтого цвета, после этого добавлялся крахмальный гель и проводилось дальнейшее титрование до обесцвечивания. Проводился контрольный опыт. Рассчитывалось содержание активного (моль) кислорода в 1 кг образца исходя из объема титрования [8].

Результаты исследования

Проведенные исследования стабильности показали выраженную антиокислительную активность селенопирана «Селексен®», которая проявлялась в снижении перекисного числа в образцах рафинированного масла содержащих «Селексен®». В таблице 1 представлены данные о перекисных числах, измеренных после хранения в различных условиях. Сравнение проводилось относительно образца масла без добавки Селексена в аналогичных условиях (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность применения Селексена® в качестве антиокислителя

Образец, содержание Селексена, ppm	Перекисное число, ммоль O ₂ /кг	Уменьшение относительно контроля, %
Хранение в темном месте 1 месяц, рафинированное масло		
Контроль	6,37±0,15	
2 ppm	5,73±0,07	10,05
10 ppm	3,81±0,1	40,1

Образец, содержание Селексена, ppm	Перекисное число, ммоль O ₂ /кг	Уменьшение относительно контроля, %
Нагрев 80° С, 18 часов, рафинированное масло		
Контроль	28,21±0,81	
2 ppm	21,62±0,63	23,36
10 ppm	16,22±0,72	42,5
Хранение на свету, рафинированное масло		
Контроль	55,54±5	
2 ppm	58,29±3,73	4,9
10 ppm	44,99±4,72	19
Хранение на свету, нерафинированное масло		
Контроль	60,65±7,4	
2 ppm	53,15±5,1	12,4

Проводилось исследование влияния стерилизации также на перекисное окисление. Проводилась стерилизация образца масла при 120°С, в течение 1 часа. Динамика изменения перекисного числа, относительно контроля и исходного масла представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение перекисного числа масла при стерилизации

Образец, содержание Селексена, ppm	Перекисное число, ммоль O ₂ /кг	Уменьшение относительно контроля, %	Увеличение относительно исходного, %
Исходно (масло без нагрева)	5,12±0,83		
Контроль	20,68±3,4		303,9
2 ppm	6,54±0,89	68	27,73
10 ppm	7,75±0,12	63	51,4

Выводы

Полученные данные свидетельствуют имеющимся антиокислительном эффекте Селексена®, проявляемым в концентрациях, которые рекомендованы для обогащения селеном продуктов питания (2г/т). Однако этот эффект мало выражен, что не дает существенного снижения перекисного числа относительно контроля, хотя и вносит определенный вклад. При хранении при комнатной температуре снижение перекисного

числа на 10%, а при нагреве на 23,36%, что может вносить вклад в стабильность растительных масел, содержащих Селексен® в виде раствора. Такие концентрации Селексена® в жирах допустимы при обогащении селеном продуктов питания. Содержание Селексена® 10г/т оказывает выраженное снижение перекисного числа более 40%, как при хранении при комнатной температуре, так и при нагреве. Такое содержание селенопирана возможно при применении дозированных лекарственных форм, содержащих фармацевтическую субстанцию «Селенокс» или дозированных (капсул) биологически активных добавок к пище содержащих Селексен®, примером чего является «Виардо форте». Можно сделать вывод о том, что введение в состав продукции, содержащей жиры или липидные экстракты, Селексена® способствует увеличению окислительной стабильности при хранении. Эффект достигается при внесении 2г/т, рекомендованных для обогащения продуктов питания. Значимое увеличение стабильности наблюдается при внесении 10 г/т, что может быть осуществлено в дозированной продукции. Добавка Селексена® уменьшает значительно негативное влияние технологических процессов (нагрева, стерилизации) на перекисное окисление. При разовом нагреве добавка Селексена® (2 и 10г/т) значительно (кратно) уменьшается образование перекисных соединений. При моделировании нарушения условий хранения конечным потребителем (хранения на свету), так же добавка Селексена® (10г/т) способна снижать образования перекисей.

Можно заключить, что введение в состав продукции содержащей жиры, липидные экстракты, Селексена® положительно сказывается на стабильности продукции и качества в целом.

Список литературы:

1. ГОСТ 1129-2013 Масло подсолнечное = Sunflower oil. Specifications: межгосударственный стандарт: дата введения: 2014-07-01: принят: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 7 июня 2013 г. N 43) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105924> (дата обращения: 14.03.2026).
2. ОФС Масла жирные растительные [Электронный ресурс] – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1/1-5/1-5-2/masla-zhirnye-rastitelnye/> (дата обращения: 04.03.2026).
3. Биологически активная добавка к пище «Виардо-форте» [Электронный ресурс]. – URL: <https://kaluga.uteka.ru/product/viardo-forte-206940/> (дата обращения: 04.03.2026).

4. Боряев Г.И., Погосян Д.Г. Использование селенопирана в качестве антиоксиданта в масложировых продуктах // Нива Поволжья. 2008. №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-selenopirana-v-kachestve-antioksidanta-v-maslozhirovyh-produktah> (дата обращения: 24.03.2026).
5. Краснова Ю.В., Петрушова О.П., Кравченко Ю.В. Антиатеросклеротическое действие смеси масел льна и расторопши с селенопираном // Известия ПГУ им. В.Г. Белинского. – 2007. – №7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antiateroskleroticheskoe-deystvie-smesi-masel-lna-i-rastoropshi-s-selenopiranom> (дата обращения: 24.03.2026).
6. Масло расторопши с селенопираном [Электронный ресурс]. – URL: <https://apteka.ru/sanktpeterburg/product/maslo-rastoropshi-s-selenom-250-ml-5e32670565b5ab00016507c9/?ysclid=mn528rlv41153334343> (дата обращения: 24.03.2026).
7. ОФС Мягкие лекарственные формы [Электронный ресурс]. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-4/1-4-1-lekarstvennye-formy/myagkie-lekarstvennye-formy/?ysclid=mnarvcx3x3241300817> (дата обращения: 14.03.2026).
8. ОФС Перекисное число [Электронный ресурс]. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1/1-2/1-2-3/perekisnoe-chislo/> (дата обращения: 04.03.2026).
9. ОФС Суппозитории [Электронный ресурс]. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1/1-4/1-4-1/suppozitorii/?ysclid=mnarth02o3181994380> (дата обращения: 24.03.2026).
10. ТУ 9325-014-79899185-2007 Селексен [Электронный ресурс]. – URL: <https://e-ecolog.ru/crc/77.99.26.9.%D0%A3.469.1.08> (дата обращения: 25.03.2026).
11. Шахмарданова С.А., Гулевская О.Н., Селецкая В.В., Зеленская А.В., Хананашвили Я.А., Нефедов Д.А., Галенко-Ярошевский П.А. Антиоксиданты: классификация, фармакотерапевтические свойства, использование в практической медицине // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2016. №3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antioksidanty-klassifikatsiya-farmakoterapevticheskie-svoystva-ispolzovanie-v-prakticheskoy-meditisine> (дата обращения: 11.04.2026).

Н.Р. Зиновьев, А.Е. Васюков

Влияние гидродинамического режима на качество дистиллированной воды при контакте с атмосферным воздухом

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Изучена кинетика изменения удельной электропроводности (χ) и водородного показателя (pH) дистиллированной воды различной электропроводности при её контакте с атмосферным воздухом в различных гидродинамических режимах: статическом, с механическим перемешиванием и с барботированием атмосферным воздухом. Наиболее интенсивный рост χ и смещение pH в щелочную область происходят при барботировании. Режим перемешивания характеризуется минимальным изменением фоновой χ и стабильностью pH в слабокислой области.

Ключевые слова: дистиллированная вода, удельная электропроводность, pH, аэрация, барботирование, перемешивание.

N.R. Zinoviev, A.E. Vasyukov

Influence of hydrodynamic regime on the quality of distilled water upon contact with atmospheric air

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The kinetics of changes in specific electrical conductivity (χ) and pH of distilled water with different conductivity during its contact with atmospheric air in various hydrodynamic modes (static, with mechanical stirring, and with air bubbling) have been studied. The most intensive increase in χ and shift in pH to the alkaline region occur during bubbling. The stirring mode is characterized by minimal changes in background χ and pH stability in the slightly acidic region.

Key words: distilled water, specific electrical conductivity, pH, aeration, bubbling, stirring.

Введение

Кондуктометрический метод, благодаря своей простоте, экспрессности и высокой чувствительности к изменению ионного состава растворов, находит широкое применение в исследованиях сорбционных процессов, в том числе при изучении удаления ионов тяжелых металлов из водных растворов различными сорбентами [1, 2]. Важнейшим этапом валидации любой аналитической методики, включая кондуктометрическое наблюдение

за сорбцией, является корректное определение её аналитических характеристик, в частности, предела обнаружения (сmin) целевого иона в условиях эксперимента [3, 4].

Как показано в работах [4, 5], при кондуктометрическом определении сmin ключевым фактором, лимитирующим чувствительность, является нестабильность и величина фонового сигнала – удельной электропроводности (χ) дистиллированной или бидистиллированной воды, используемой в качестве растворителя и фонового электролита. Основным источником нестабильности и роста фоновой χ является растворение в воде компонентов атмосферного воздуха, прежде всего – диоксида углерода (CO_2). Растворение CO_2 с образованием угольной кислоты (H_2CO_3) и её диссоциация на ионы HCO_3^- и CO_3^{2-} приводит к значительному увеличению ионной силы и электропроводности раствора, а также к смещению его pH в кислую область. В условиях длительного сорбционного эксперимента, который может продолжаться от нескольких часов до суток, этот процесс создает существенную мешающую составляющую. Изменение фоновой χ во времени имитирует или маскирует изменение сигнала, вызванное собственно процессом сорбции/десорбции ионов, что может привести к грубым погрешностям в оценке кинетики, равновесия и, критично, в расчете предела обнаружения сорбируемого иона.

Таким образом, возникает методическая проблема: в каких условиях контакта фонового раствора с атмосферой проводить длительный сорбционный эксперимент, чтобы минимизировать мешающее влияние растворения CO_2 и других компонентов воздуха на стабильность фоновых параметров (χ и pH). Различные способы организации контакта (статика, перемешивание, барботирование) могут принципиально по-разному влиять на кинетику насыщения воды CO_2 и, следовательно, на пригодность выбранного режима для точных кондуктометрических измерений.

Цель работы – сравнение кинетики изменения χ и pH бидистиллированной воды при её контакте с атмосферным воздухом в различных гидродинамических режимах (статическом, с механическим низким или высоким перемешиванием и барботированием).

Для измерения pH использовали лабораторный pH-метра АНИОН-4100, а для измерения χ кондуктометр-анализатор жидкости лабораторного серии «Анион 4100» модель А4155.

Результаты и их обсуждение.

Экспериментальные данные по изменению χ и pH бидистиллированной воды в пяти режимах контакта с атмосферным

воздухом в течение 43 часов представлены в виде кинетических кривых (рис. 1 и рис. 2).

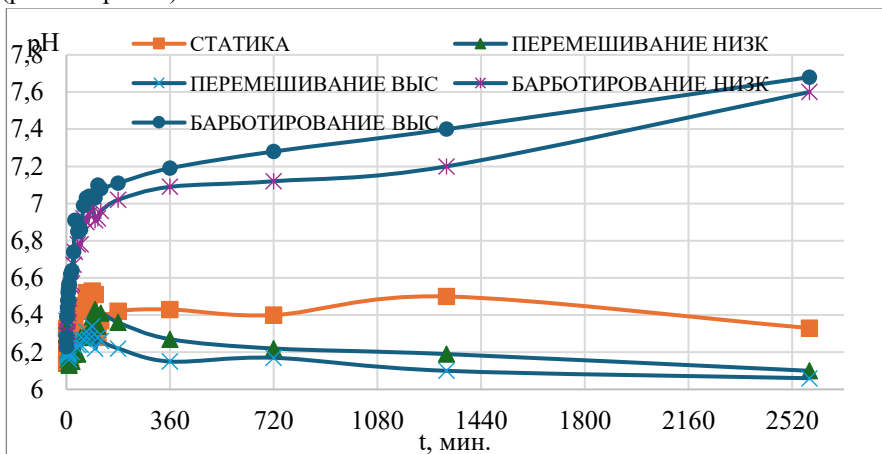


Рисунок 1 – Динамика pH бидистиллированной воды в условиях различных режимов перемешивания

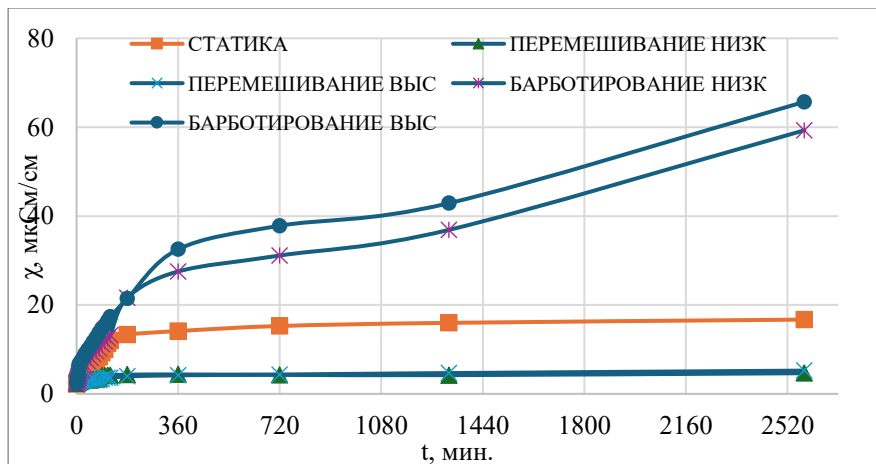


Рисунок 2 – Динамика χ бидистиллированной воды в условиях различных режимов перемешивания

Для сравнения стабильности фона в таблице 1 приведены ключевые параметры: исходные и конечные значения χ и pH, абсолютный ($\Delta\chi$) и относительный прирост электропроводности, а также усредненная скорость роста χ на начальном линейном участке (первые 60 мин.).

Таблица 1 – Сравнение изменений параметров бидистиллированной воды при различных режимах контакта с воздухом за 43 часа

Режим	χ нач., мкСм/см	χ кон., мкСм/см	$\Delta\chi$, мкСм/см	Относит. прирост χ , %	V роста χ^* (0-60 мин), мкСм/(см $\times$ ч)	pH нач.	pH кон.	Δ pH
1	2,57	18,31	+15,74	612	3,72	6,33	6,33	0,00
2	2,63	4,90	+2,27	86	0,54	6,30	6,10	-0,20
3	2,43	5,44	+3,01	124	0,66	6,37	6,06	-0,31
4	2,36	65,11	+62,75	2659	32,8	6,29	7,60	+1,31
5	2,50	72,93	+70,43	2817	38,5	6,23	7,68	+1,45

Примечание: 1 – статика; 2 – перемешивание низкое; 3 – перемешивание высокое; 4 – барботирование низкое; 5 – барботирование высокое.

Анализ результатов, приведённых в таблице 1, даёт основание констатировать следующее.

1. Гидродинамический режим контакта с атмосферным воздухом определяет кинетику изменения параметров бидистиллированной воды. Наиболее интенсивные изменения происходят при барботировании: за 43 часа χ возрастает более чем в 28 раз (до 72,93 мкСм/см), а pH смещается из слабокислой области (6,23-6,29) в щелочную (7,60-7,68). Это связано с активным насыщением воды диоксидом углерода и последующим выравниванием парциальных давлений CO_2 в растворе и воздухе, а также с дегазацией исходного избытка CO_2 , что приводит к сдвигу pH в щелочную сторону.

2. Режим механического перемешивания (особенно при низкой интенсивности) обеспечивает минимальную и наиболее стабильную фоновую электропроводность. Относительный прирост χ составил всего 86 % (с 2,63 до 4,90 мкСм/см) при низкой скорости перемешивания и 124 % при высокой. pH остаётся в слабокислой области (6,10-6,06) с незначительным снижением на 0,2-0,3 единицы. Это объясняется тем, что перемешивание ускоряет растворение CO_2 только до определённого предела, после чего устанавливается равновесие, близкое к статическим условиям, но без интенсивного массообмена, характерного для барботирования.

3. Статический режим приводит к значительному росту χ (прирост 612 %), что делает его неприемлемым для длительных кондуктометрических экспериментов. При этом водородный показатель остаётся неизменным (рН=6,33), что указывает на преобладание процесса растворения CO_2 без последующей дегазации, характерной для барботирования.

4. Для использования в качестве фона при кондуктометрическом мониторинге сорбционных процессов ионов металлов наиболее предпочтительным является режим низкоинтенсивного механического перемешивания. Он обеспечивает наименьший дрейф фоновой χ (скорость прироста всего 0,54 мкСм/(см×ч) в первые 60 минут) и стабильный рН в слабокислой области, что позволяет минимизировать мешающее влияние растворения CO_2 и повысить точность определения предела обнаружения исследованных ионов.

Список литературы:

1. Бондарева, Л.П. Разделение катионов тяжелых металлов из концентрированных гальванических стоков / Л.П. Бондарева, А.И. Чесноков, Е.А. Загоруйко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, № 1. – С. 223-227.
2. Zhao, G. Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions: A Review / G. Zhao, X. Wu, X. Tan, X. Wang // The Open Colloid Science Journal. – 2010. – Т. 4. – С.19-31.
3. Гармаш, А.В. Метрологические основы аналитической химии / А.В. Гармаш, Н.М. Сорокина. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2017. – 51 с.
4. Экспериандова, Л.П. Еще раз о пределах обнаружения и определения / Л.П. Экспериандова, К.Н. Беликов, С.В. Химченко, Т.А. Бланк // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65, № 3. – С. 229-234.
5. Агеев, И.М. Особенности измерения электропроводности дистиллированной воды при контакте с воздухом / И.М. Агеев, Ю.М. Рыбин // Измерительная техника. – 2019. – № 10. – С. 68-71.

А.С. Карапетян

**Использование технологии развития критического мышления
при изучении химических дисциплин**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В публикации раскрываются некоторые аспекты реализации гуманистических технологий, ориентированных на изменение позиции студента в учебном процессе – определении позиции студента как полноправного участника образовательных взаимодействий, что обеспечивает возможность создания условий для творческой самореализации обучающего. В рамках данного подхода преподаватель осуществляет организацию познавательной деятельности студента через систему учебных проблем различного уровня, а основное внимание акцентируется на выполнении студентом самостоятельного поиска способов решения задач проблемного характера. В качестве примера современной педагогической технологии, реализуемой на обозначенной методологической основе, нами рассматривается технология развития критического мышления (РКМ), которая включает в себя методики, направленные на активизацию когнитивных процессов при работе с учебным материалом.

Ключевые слова: технология развития критического мышления, критическое мышление, вызов, осмысление, рефлексия.

A.S. Karapetyan

**The use of technology for the development of critical thinking
in the study of chemical disciplines**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The publication reveals some aspects of the implementation of humanistic technologies aimed at changing the student's position in the educational process - defining the student's position as a full-fledged participant in educational interactions, which provides the opportunity to create conditions for the creative self-realization of the student. Within the framework of this approach, the teacher organizes the student's cognitive activity through a system of educational problems at various levels, and the main focus is on the student's independent search for ways to solve problems of a problematic nature. As an example of modern pedagogical technology implemented on a well-known methodological basis, we consider the technology of developing critical thinking (RCM), which includes

techniques aimed at activating cognitive processes when working with educational material.

Key words: technology for developing critical thinking, critical thinking, challenge, reflection, reflection.

Современное общество столкнулось с проблемой, связанной с преобладанием в жизни современной молодёжи доминирующей роли цифровых технологий и пассивным потреблением информации. В результате обучающиеся высшей школы проявляют низкий уровень сформированности навыков анализа и оценки информации, т.е. речь идёт о недостаточном развитии у них критического мышления.

Опрос, проведённый среди студентов разных направлений подготовки и специальностей 1-3 курсов Института естествознания, изучающих химические дисциплины, показал, что для них основным способом поиска необходимых данных является обращение к ресурсам интернета, в первую очередь, средствам искусственного интеллекта. Значительный вклад в формирование представлений об окружающем мире у подрастающего поколения также вносят неофициальные каналы – так называемые блогеры – трансляторы, неквалифицированные в сфере медиа и засоряющие эфир непроверенным контентом [3]. В связи с этим актуальной проблемой современного образования является развитие у студентов системы умений, связанных с адекватным отбором и оценкой информации, получаемой из различных источников. Поэтому целью представленного исследования является определение теоретических основ реализации технологии развития критического мышления (РКМ) при изучении студентами химических дисциплин.

В технологии РКМ центральным является понятие «критическое мышление». Учёный Д. Халпери [2] определяет его как направленное мышление, отличающееся взвешенностью, логичностью, целеустремлённостью. Он определяет перечень его характеристик. Среди них – проявление любознательности, постановка вопросов, которые направляют способ мышления. К ним также относится сознательное использование исследовательских методов, выявление причин и последствий проявления фактов. Критически думающий человек способен осуществлять планомерный поиск ответов. Он сомневается в общепринятых истинах, формулирует собственную точку зрения и способен её отстаивать, применяя приёмы логики и учитывая аргументы оппонентов.

Критическое мышление предполагает применение студентом различных способов осмысления и оценки информации различного характера и содержания. Такой студент подготовлен к выявлению противоречий и аргументации своей точки зрения с опорой на собственный опыт и с учётом мнения собеседника. Критическое мышление включает планомерный поиск ответов на вопросы проблемного характера и осуществлять ценностную оценку полученных выводов.

Важной особенностью технологии РКМ при его включении в образовательный процесс при обучении химическим дисциплинам в высшей школе позволяет изменять позицию преподавателя во взаимодействии со студентами. Вместо трансляции знаний преподаватель предлагает обучающимся решение системы задач проблемного характера. Такой подход превращает обучение (продвижение от незнания к знанию) в совместный поиск.

Важным аспектом технологии критического мышления также является применение новой для обучающихся информации в различных ситуациях, которые предполагают рассмотрение её личной и социальной значимости с различных точек зрения. Студенты поставлены в условия, когда они должны делать выводы относительно точности и достоверности фактов, сведений, данных.

Дидактическими инструментами, обеспечивающими развитие критического мышления студентов, согласно исследованиям американских педагогов Дж. Стил, К. Мерезита и Ч. Темпла [1], являются специально организованные чтение и письмо, которые реализуются в рамках педагогической технологии развития критического мышления. Поэтому более кратко обозначим особенности структуры данной технологии.

Структура технологии развития критического мышления предполагает последовательное выполнение 3-х этапов: вызов, осмысление содержания, рефлексия. Стадия вызова создаёт условия для подготовки к восприятию нового и представляет собой актуализацию знаний, непосредственно связанных с изучаемыми вопросами. На второй стадии – осмысление содержания – происходит первичное восприятие информации и корректирование студентом собственных целей обучения. Этап рефлексии связан с размышлениями относительно освоенного материала, «рождением» нового знания как личностной ценности и постановке студентом новых целей обучения.

Каждый этап технологии РКМ предполагает применение различных механизмов учебной деятельности. На стадии вызова они реализуются через

приёмы: «мозговой штурм», «покопаемся в памяти», «ассоциация», «перепутанные логические цепочки» и др. Например, при изучении вопросов по дисциплине «Биохимия» преподаватель предлагает студентам ответить на вопрос: почему при стрессе и некоторых заболеваниях в крови повышаются ферменты АЛТ и АСТ? В ходе обсуждения логично возникает необходимость рассмотреть катаболизм аминокислот. Прием «покопаемся в памяти» хорошо использовать в обобщающих занятиях, например, при подготовке к контрольной работе.

Стадии осмысления содержания соответствуют такие приёмы, как «пометки на полях», «маркированная таблица», «инструкция», «двухчастный дневник», «лист решения проблем», «таблица аргументов», «ромашка Блума», «взаимообучение» и т.п. В процессе обучения химическим дисциплинам целесообразным является применение, например, приёма взаимообучения, когда студенты работают с текстом учебника или научной статьи в составе мини-групп. В качестве задания им может быть предложено изучить текст, проанализировать его, в зависимости от содержания составить схему, таблицу, небольшую презентацию, отражающую его ключевые связи. По результатам работы каждой группе предлагается представить полученные результаты: каждая группа выступает в роли преподавателя, который должен либо сформировать новые знания, либо обобщить, систематизировать или провести контроль. На стадии осмысления содержания продуктивным также является самостоятельное составление студентами задач и заданий, в том числе, составление цепочек превращения веществ.

На стадии рефлексии могут быть применены приёмы «кластер», «синквэйн», «эссе», «самоанализ», «ключевые слова». Например, при изучении темы «Атмосфера» по дисциплине «Химия окружающей среды» студентам предлагается составить тест по определению ключевых понятий или заданий на завершение определений, формулировок и др. Полученные варианты тестовых заданий на следующих занятиях могут быть использованы для перекрёстной проверки тех же студентов по данной теме.

Таким образом, применение технологии РКМ при изучении химических дисциплин ставит студента в позицию полноправного субъекта обучения, создавая тем самым условия для его творческой самореализации. Преподаватель организует деятельность студента как процесс исследования проблем разного уровня и решения учебных задач проблемного характера. В центре образовательного процесса оказывается студент и осуществляемым им поиск знаний или способов его получения.

Список литературы:

1. Губанова, Т.М. Опыты мыследеятельностной педагогики Метод. пособие / Т.М. Губанова. – Москва: Ин-т учеб. «Пайдейя», 1998. – 291 с.
2. Халпери, Д. Психология критического мышления. / Д. Халпери. – 4-е межд. изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 490 с.
3. Чернова, Ю.А. Педагогические аспекты развития у молодежи критического мышления как механизма противостояния агрессивной антироссийской пропаганде / Ю.А. Чернова, А.В. Кузнецов, О.В. Дониная // Бизнес. Образование. Право. – 2025. – № 2 (71). – С. 538-546.

В.А. Лямичева, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова

Исследование свойств бергамота и препаратов на его основе

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье приведены основные данные сравнительного химического анализа бергамота и препаратов из него изготовленных. В ходе анализа использовались методы органолептического и гравиметрического анализа, окислительно-восстановительного титрования, метод тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Ключевые слова: бергамот, тонкослойная хроматография, гравиметрический анализ, экстрактивные вещества, восстанавливающие соединения, перманганометрия, органолептический метод.

V.A. Lyamicheva, E.A. Larionov, V.M. Larionova

Research on the properties of bergamot and preparations based on it

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article presents the main data of the comparative chemical analysis of bergamot and preparations made from it. During the analysis, the methods of organoleptic and gravimetric analysis, redox titration, and thin-layer chromatography (TLC) were used.

Key words: bergamot, thin-layer chromatography, gravimetric analysis, extractive substances, reducing compounds, permanganatometry, organoleptic method.

Введение

Современная фармацевтическая отрасль характеризуется ростом интереса к лекарственным средствам и биологически активным добавкам растительного происхождения. Препараты на основе бергамота представляют научную ценность благодаря уникальному химическому составу, включающему специфические эфирные масла, флавоноиды, фуранокумарины и др. Широкое применение экстрактов данного растения в медицине, фармации и косметологии требует детального изучения их свойств для обеспечения максимальной терапевтической эффективности.

Несмотря на высокую востребованность препаратов на основе бергамота, актуальной остаётся проблема стандартизации их качества и выявления фальсифицированной продукции на рынке. Разнообразие

химического состава сырья, обусловленное условиями произрастания и методами переработки, может существенно влиять на содержание ключевых биологически активных соединений. Это определяет необходимость применения комплекса аналитических подходов для объективной оценки доброкачественности фитопрепаратов.

Комплексное использование физико-химических методов анализа, таких как тонкослойная хроматография и титриметрия, в сочетании с органолептическим и гравиметрическим контролем, позволяет получать информацию о качестве исследуемых объектов. Соединение используемых методов в единый комплекс обеспечивает хорошую достоверность результатов [1-3].

В данной работе проводилось исследование экстрактов бергамота и препаратов на его основе с применением указанных методов.

Целью работы являлся подбор и апробация комплекса химических и физико-химических методов анализа, направленных на изучение свойств экстрактов бергамота и препаратов на его основе, а также для оценки их качества и соответствия заявленному составу.

Материалы и методы исследования, экспериментальная часть

В качестве объектов исследования взяты два вида бергамота, препарат на его основе, а также лимон для проведения сравнительного анализа на подлинность двух сушёных образцов.

Один из объектов (дольки бергамота) принят за образец сравнения. На этикетке упаковки образца сравнения указано, что в его составе находятся сушёные дольки бергамота марки «Таиланд». Упаковка представляет собой прозрачный герметичный пакет с крафтовой задней стенкой. Масса содержимого 50 граммов.

Второй образец бергамота исследовался как объект №1. На этикетке объекта исследования №1 указано, что в его составе находятся сушёные дольки бергамота марки «Чистая правда». Упаковка представляет собой матовый белый пакет. Вес всей упаковки 100 граммов.

Объект №2 представляет собой вещество, содержащееся в капсулах. Упаковка представляет собой пластиковую тёмную банку, содержащую 60 капсул. На банке имеется этикетка, на которой указано, что в 1 капсуле массой 500 мг содержатся: растительные экстракты, обогащённые флавоноидами (экстракт плодов бергамота, экстракт дикого ямса, экстракт плодов барбариса, экстракт маки перуанской). Оболочка капсулы 85 мг содержит желатин, диоксид титана E171 краситель.

Объект исследования № 3 представляет собой дольки лимона, который был приобретён в торговой сети и его дольки высушены при комнатной температуре. Данный объект использовался для сравнения полученных данных органолептических показателей, титриметрического анализа и в методе ТСХ.

Проводилось сравнительное исследование водных и спиртовых экстрактов бергамота и препаратов на его основе. Анализ выполнялся методами органолептического, гравиметрического и титриметрического анализа, а также тонкослойной хроматографии.

Сравнивались следующие характеристики объектов:

- 1) оценка органолептических показателей;
- 2) цвет водных и спиртовых экстрактов;
- 3) содержание сухого остатка в полученных экстрактах;
- 4) ТСХ-профили объектов;
- 5) содержание восстанавливающих веществ, оцениваемых объёмом экстракта, пошедшего на титрование определённого объёма раствора перманганата калия.

К органолептическим показателям сушеных citrusовых плодов относятся: внешний вид, цвет, запах, консистенция и примеси.

По данным показателям наблюдалось отличие образца сравнения и образца № 1, что позволяет сделать вывод о различии в сортах или видах citrusовых плодов. Образец № 1 по органолептическим показателям похож на образец № 3. Также в образце сравнения были найдены насекомые, что свидетельствует о грубом нарушении санитарных норм и неудовлетворительном контроле качества растительного сырья на этапах производства и хранения.

Для приготовления спиртовых экстрактов к точным навескам исследуемых образцов (два вида бергамота, препарат на его основе и лимон – в качестве сравнения) добавляли 82% этиловый спирт в соотношении 1:10 (масса растительного сырья: объём растворителя). Смеси настаивали в течение 24 часов, после чего экстракты фильтровали.

Проводили визуальную оценку окраски полученных спиртовых экстрактов, а также использовали их для последующего сравнения хроматографических профилей.

Спиртовые экстракты образцов имеют различные оттенки. Образец сравнения окрашен в золотисто-жёлтый цвет, образец № 1 в светло-оранжевый оттенок. Образец № 2 отличается темно-коричневым цветом, почти черным, а образец № 4 обладает бледно-жёлтым оттенком (рис.1).



Рисунок 1 – Вид спиртовых экстрактов исследуемых объектов: ОС – образец сравнения, 1, 2 и 3 – объекты №1, №2 и №3 соответственно.

Для проведения гравиметрического и титриметрического анализа использовали водные экстракты (рис. 2). Их готовили добавлением дистиллированной воды к точной навеске каждого образца в соотношении 1:50 (масса растительного сырья: объем растворителя).

Полученные смеси выдерживали на водяной бане при температуре 75°C в течение 15 минут, затем настаивали при комнатной температуре 45 минут и фильтровали.



Рисунок 2 – Водные экстракты исследуемых объектов: ОС – образец сравнения, 1, 2 и 3 – объекты №1, №2 и №3 соответственно

Водные экстракты исследуемых образцов обладают разными цветами. Образец сравнения окрашен в бледно-жёлтый цвет, образец № 1 – имеет золотисто-жёлтый оттенок. Образец № 2 имеет более насыщенный оранжево-коричневый цвет, а образец № 3 – прозрачная жидкость с едва заметным желтоватым оттенком.

Количественное содержание экстрактивных соединений в спиртовых экстрактах исследуемых образцов устанавливали гравиметрическим методом.

В высушенные до постоянной массы, чистые, предварительно взвешенные чашки внесли по 5 мл полученных экстрактов. Чашки со спиртовыми экстрактами были помещены в сушильный шкаф при температуре 105 °C до полного испарения жидкости, далее их охлаждали

в эксикаторе до комнатной и взвешивали на аналитических весах. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание экстрактивных веществ в спиртовых экстрактах бергамота и препаратов на его основе (n=3)

Анализируемые образцы	Содержание экстрактивных веществ, мг/мл
Образец сравнения	5,14±0,02
Образец № 1	6,32±0,02
Образец № 2	14,00±0,05
Образец № 3	10,68±0,05

Наибольшее содержание экстрактивных веществ в образце № 2, в образце сравнения и образце № 1 содержание веществ схоже.

Хроматографическое разделение выполняли на пластинках Sorbfil 10 x10 см ПТСХ-АФ-В-УФ, используя в качестве элюента трехкомпонентную систему (толуол-этилацетат-муравьиная кислота, 5:4:1). Элюирование проводили до тех пор, пока фронт растворителя поднялся на расстояние 7,5 см от линии старта. Для детектирования зон адсорбции использовалась УФ-лампа (254 и 365 нм).

Идентификация различий в химическом составе проводилась путём сравнение полученных хроматографических профилей анализируемых спиртовых экстрактов (рис. 3).

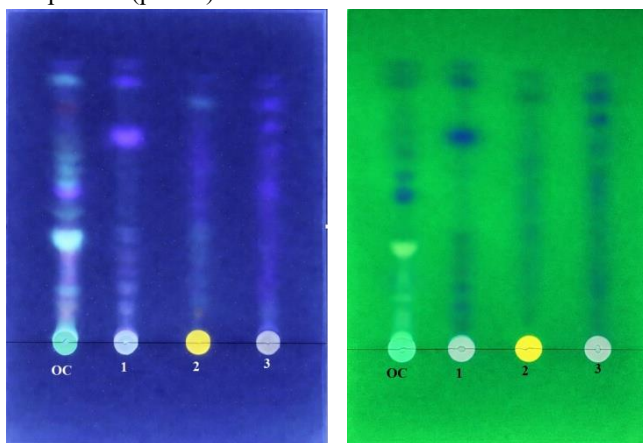


Рисунок 3 – Хроматограммы спиртовых экстрактов в УФ лучах при 365 нм и 254 нм – элюент толуол : этилацетат : муравьиная кислота

(5:4:1): ОС – образец сравнения, 1, 2 и 3 – объекты №1, №2 и №3 соответственно.

У образца сравнения наибольшее число зон адсорбции, которые частично совпадают с образцом № 3, а у образца № 2 наименьшее число компонентов.

Количественный анализ восстанавливающих веществ в водных экстрактах проводился методом перманганатометрии. Данный титриметрический метод основан на окислении анализируемых соединений перманганатом калия в кислой среде.

Вначале проводилась установка титра рабочего раствора перманганата калия по стандартному раствору щавелевой кислоты. Получение водных экстрактов описано выше. Для титрования использовалась бюретка объёмом 5 мл.

Титрование проводилось три раза до момента полного обесцвечивания раствора. Результаты титрования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы экстрактов, пошедшие на титрование

Объект исследования	$V_{\text{ср}}$, мл
Образец сравнения	$0,62 \pm 0,05$
Образец № 1	$1,51 \pm 0,20$
Образец № 2	$0,11 \pm 0,03$
Образец № 3	$0,84 \pm 0,05$

Чем меньше объем экстракта, пошедший на титрование, тем больше в нем содержания восстанавливающих соединений. Наибольшая концентрация таких веществ выявлена в образце № 2, а наименьшая в образце № 1. В образце сравнения и образце № 3 количество восстанавливающих соединений схоже.

Выводы

1. По совокупности изученных органолептических и физико-химических признаков можно сделать вывод, что образец № 1 проявляет наибольшее сходство с образцом № 3 (лимон). Сходство подтверждается результатами исследования методом ТСХ, а также органолептическими показателями.

2. Образец сравнения схож с образцом № 1 по содержанию экстрактивных веществ и с образцом № 3 по содержанию восстанавливающих соединений. По остальным показателям наблюдается отличие со всеми исследуемыми объектами. Данные отличия обусловлены

разным химическим составом, который может зависеть от сорта, степени зрелости, условий выращивания и хранения.

3. Образец № 2 отличается по всем показателям от исследуемых объектов. Полученные результаты обусловлены поликомпонентным составом образца: помимо бергамота в исследуемых капсулах содержатся другие виды растительного сырья, которые влияют на качественный и количественный состав определяемых компонентов.

Список литературы:

1. Рябой, Е.А. Исследование гриба *Cantharellus cibarius* и препаратов на его основе методами ТСХ, микроскопии, титриметрии, гравиметрии и УФ-спектроскопии / Е.А. Рябой, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского: Материалы Седьмых Калужских университетских чтений, Калуга, 09-10 апреля 2025 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2025. – С. 185-193.
2. Норбоев, М.Д. О способе нанесения проб исследуемых объектов на пластины для тонкослойной хроматографии при помощи аэрографа / М.Д. Норбоев, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 6-2(93). – С. 190-193. – DOI 10.24412/2500-1000-2024-6-2-190-193.
3. Самсонова, Д.П. Исследование гриба *Cordyceps militaris* и биологически активных добавок на его основе / Д.П. Самсонова, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов VII Международной (XX Региональной) научной конференции, Обнинск, 18-19 апреля 2024 года. – Обнинск: Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, 2024. – С. 265-267.

В.В. Макаренков, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова
Исследование свойств экстрактов полыни горькой
и препаратов на её основе

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье приведены ключевые данные сравнительного химического анализа полыни горькой и препаратов на её основе. В ходе анализа использовались методы оптической микроскопии и гравиметрии, электронной спектроскопии в видимой и УФ области спектра, тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Ключевые слова: полынь горькая, тонкослойная хроматография, гравиметрический анализ, экстрактивные вещества, восстанавливающие соединения, перганатометрия, оптическая микроскопия.

V.V. Makarenkov, E.A. Larionov, V.M. Larionova
Study of the properties of Artemisia absinthium extracts and
preparations based on it

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This article presents key data from a comparative chemical analysis of wormwood and preparations based on it. The analysis utilized methods of microscopic, gravimetric, and spectrophotometric analysis, as well as thin-layer chromatography (TLC).

Key words: wormwood, thin-layer chromatography, gravimetric analysis, extractives, reducing compounds, perganatometry, optical microscopy, ultraviolet spectroscopy.

Введение

В настоящее время наблюдается значительное расширение ассортимента биологически активных добавок и фитопрепаратов, представленных на фармацевтическом рынке. Отдельную группу таких средств составляют препараты, изготовленные на основе полыни горькой, выпускаемые в виде настоек, экстрактов и капсул.

Наряду с этим проблема фальсификации и несоответствия качества лекарственных средств и биологически активных добавок остаётся актуальной. Недостаточное содержание активных компонентов, возможное присутствие посторонних примесей или нарушение технологии изготовления

фитопрепаратов могут снижать их терапевтическую эффективность и представлять потенциальный риск для здоровья потребителей. Особенно уязвимым сегментом являются препараты растительного происхождения, включая средства на основе полыни горькой.

Основными группами биологически активных веществ (БАВ), выявленных в полыни горькой, являются сесквитерпеновые лактоны, эфирные масла, флавоноиды и другие.

Изучение свойств экстрактов полыни горькой и препаратов на её основе, представляет особый интерес. Определение состава и концентрации активных компонентов возможно с использованием различных аналитических методов, среди которых тонкослойная хроматография (ТСХ), титриметрия, гравиметрия и другие. Совокупность использованных методов позволяет проводить сравнительные исследования в случае, когда образцом сравнения служит растение, содержащее биологически активные вещества, а объектами исследования препараты, изготовленные из данного вида растения [1-3].

В данной работе проводилось исследование экстрактов полыни горькой и препаратов на её основе с применением указанных методов.

Целью работы являлся подбор и апробация комплекса химических и физико-химических методов анализа, направленных на изучение свойств экстрактов полыни горькой и препаратов на её основе, а также на оценку их качества и соответствия заявленному составу.

Материалы и методы исследования, экспериментальная часть

В качестве объектов исследования взята полыни горькой трава (образец сравнения) и препараты на её основе.

На этикетке образца сравнения указано, что в составе находится только трава полыни горькой. Упаковка представляет собой пачку из картона с внутренним пакетом массой 50 граммов из бумаги с термосвариваемым полипропиленовым слоем. Образец сравнения приобретался в аптечной сети, а остальные объекты на электронных торговых площадках.

На этикетке объекта исследования №1 указано, что в составе имеются листья, стебли и трава полыни горькой. Упаковка изготовлена из крафт-бумаги с полимерной вставкой. Масса содержимого 25 г.

На этикетке объекта №2 производителем заявлено, что 1 капсула массой 500 мг имеет следующий состав: экстракт полыни 360 мг, экстракт Melissa 20 мг, мальтодекстрин, стеарат магния, диоксид кремния, капсула-желатиновая. Упаковка представляет собой банку из затемнённой пластмассы, в которой находится 60 капсул.

На этикетке объекта №3 указано, что состав представляет собой семена-соцветия полыни горькой, массой 10 г. Упаковка представляет собой зип-пакет.

После осмотра упаковок проводилось сравнительное исследование водных и спиртовых экстрактов полыни горькой (образец сравнения) и препаратов на её основе (объекты №1, №2 и №3). Анализ выполнялся методами оптической микроскопии, гравиметрического и титриметрического анализа, тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Сравнивались следующие характеристики объектов:

- 1) вид объекта, наблюдаемый невооружённым глазом, а также с использованием микроскопа. Оценивались цвет, структура и вид частиц, составляющих объект;
- 2) цвет водных и спиртовых экстрактов;
- 3) ТСХ-профили объектов;
- 4) содержание сухого остатка в полученных экстрактах;
- 5) количество восстанавливающих веществ, оцениваемых объёмом экстракта, пошедшего на титрование определённого объёма раствора перманганата калия.

Определение морфологических свойств травы полыни горькой и препаратов на её основе проводилось невооружённым глазом, а также с помощью микроскопа.

Наблюдалось сходство морфологических свойств образца сравнения с образцом №1, образцы №2 и №3 отличны от образца сравнения.

Для приготовления спиртовых экстрактов к навескам исследуемых образцов прибавили этиловый спирт 95% в соотношении массы навески к объёму растворителя 1:10. После настаивания в течение суток, полученные экстракты фильтровали.

Следующим этапом было визуальное сравнение цветовых характеристик полученных экстрактов (рис.1), в дальнейшем данные экстракты использовались так же для получения и сравнения ТСХ-профилей.



Рисунок 1 – Вид спиртовых экстрактов исследуемых объектов: OC – образец сравнения, 1, 2 и 3 – объекты №1, №2 и №3 соответственно

Следует отметить, что спиртовые экстракты образца сравнения и образца объекта №1 визуально практически не отличаются по цвету, образец №3 близок по цвету, образец №2 полностью отличен от остальных.

Для исследования анализируемых образцов так же были приготовлены их водные экстракты (рис. 2). Для этого к навескам исследуемых образцов добавляли дистиллированную воду (масса навески относится к объёму растворителя как 1:10). Растворы помещали на водяную баню при температуре 75 °С на 15 минут, а затем оставляли настаиваться при комнатной температуре на один час, после чего фильтровали.



Рисунок 2 – Водные экстракты исследуемых объектов: OC – образец сравнения, 1, 2 и 3 – объекты №1, №2 и №3 соответственно.

Визуально наблюдается сходство цветов экстрактов образца сравнения и образца №1. Исследуемые образцы №2 и №3 отличны по цвету.

Хроматографическое разделение выполняли на пластинках Sorbfil 10 x10 см ПТСХ-АФ-В-УФ, используя в качестве элюента двухкомпонентную систему (бензол-этанол, 9:1). Длина пробега элюента составила 7,5 см. Для детектирования зон адсорбции использовалась УФ-лампа (254 и 365 нм).

Сходство и различие в химическом составе проводилась путём сравнение полученных хроматографических профилей анализируемых спиртовых экстрактов по числу, хроматографической подвижности, цвету флуоресценции в УФ лучах (365 нм) зон адсорбции.

Одинаковое количество зон адсорбции, схожих между собой по перечисленным выше характеристикам, наблюдается у образца сравнения и объекта №1. Экстракты объектов №2 и №3 содержат меньшее количество компонентов и часть из них совпадает по хроматографической подвижности и цвету флуоресценции с компонентами образца сравнения и компонентами объекта №1.

С помощью гравиметрического метода анализа была определена масса экстрактивных веществ, содержащихся в спиртовых экстрактах анализируемых объектов. В сухие фарфоровые чашки, предварительно взвешенные, внесли по 5 мл каждого экстракта. Чашки поместили в предварительно нагретый до 105°C сушильный шкаф и оставили до полного испарения жидкости. После достижения постоянной массы чашек с содержимым, для исключения поглощения влаги из воздуха, их охладили в эксикаторе с предварительно прокалённым хлоридом кальция.

После охлаждения до комнатной температуры взвесили чашки с сухим остатком на аналитических весах (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание экстрактивных веществ в спиртовых экстрактах полыни горькой и препаратов на его основе (среднее значение по результатам трех измерений)

Анализируемые образцы	Содержание экстрактивных веществ в исследуемых экстрактах, мг/мл
Образец сравнения	2,18±0,05
Образец №1	1,56±0,05
Образец №2	4,68±0,10
Образец №3	1,28±0,05

Наиболее близкими по содержанию экстрактивных веществ являются экстракт образца №1 и экстракт образца №3. Масса экстрактивных веществ в экстракте образца №2 значительно превышает массу экстрактивных веществ в экстракте образца сравнения.

Сравнение и определение содержания восстанавливающих соединений в водных экстрактах анализируемых образцов проводили на основе метода перганатометрии.

Предварительно провели стандартизацию раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.

Для определения восстанавливающих соединений в качестве титрантов использовались водные экстракты. Для титрования использовалась бюретка объемом 5 мл. В колбу для титрования вносили 8 мл дистиллированной воды, 1 мл 20% серной кислоты и 1 мл предварительно стандартизированного раствора перманганата калия. Титрование проводилось до момента обесцвечивания раствора. Результаты титрования приведены в таблице.

Таблица 2 – Объемы экстрактов, пошедшие на титрование

Объект исследования	V _{ср} , мл
Образец сравнения	1,45±0,03
Образец №1	1,64±0,05
Образец №2	0,81±0,03
Образец №3	2,16±0,00

Чем больше объем экстракта, пошедший на титрование, тем меньше в нем восстанавливающих соединений. Наибольшая концентрация таких соединений наблюдается в образце №2. Но нужно отметить, что объект №2 содержит помимо экстракта полыни еще экстракт Melissa (согласно надписи, приведённой на упаковке). Содержание экстрактивных веществ в образце №3 существенно ниже, чем в образце сравнения.

Выводы

1. По совокупности изученных морфологических и физико-химических признаков образец №1 проявляет наибольшее сходство с образцом сравнения. Близость данных объектов по составу подтверждается сходством внешнего вида, окраски водных и спиртовых извлечений, содержанием экстрактивных веществ, а также количеством восстанавливающих соединений.

2. Наиболее отличающийся от образца сравнения является образец №2. Отличия обусловлены наличием такого компонента как экстракт Melissa, помимо экстракта полыни. Образец №3 характеризуется частичным сходством с образцом сравнения по совокупности сравниваемых признаков.

Список литературы:

1. Рябой, Е.А. Исследование гриба *Cantharellus cibarius* и препаратов на его основе методами ТСХ, микроскопии, титриметрии, гравиметрии и УФ-спектроскопии / Е.А. Рябой, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Научные труды Калужского государственного университета

имени К.Э. Циолковского: Материалы Седьмых Калужских университетских чтений, Калуга, 09-10 апреля 2025 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2025. – С. 185-193.

2. Кошелев, П.А. Исследование зверобоя и биологически активных добавок из него / П.А. Кошелев, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Современные проблемы естествознания и естественно-научного образования: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Калуга, 18 марта 2025 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2025. – С. 206-208.

3. Самсонова, Д.П. Исследование гриба *Cordyceps militaris* и биологически активных добавок, изготовленных на его основе, методами ТСХ, УФ-спектроскопии и гравиметрии / Д.П. Самсонова, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки: Сборник материалов Шестых Калужских университетских чтений, Калуга, 10-11 апреля 2024 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2024. – С. 157-161.

Н.А. Метигин, М.А. Пинчук, А.Е. Васюков
О токсичности водных вытяжек из молодого
и прошлогоднего борщевика Сосновского

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Приведены результаты химического анализа водных вытяжек из молодых и прошлогодних побегов борщевика Сосновского. В водных вытяжках их прошлогодних побегах отмечено существенное превышение ионов аммония в 2,4 раза. При этом водных вытяжках из прошлогодних побегов содержание органических веществ по значению перманганатной окисляемости выше в 5 раз. Содержание всех карбоновых кислот: щавелевой, яблочной, гликолевой и пропионовой в водной вытяжке из молодых побегов на 20-40 % выше содержания исследованных кислот для прошлогоднего борщевика.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, перманганатная окисляемость, карбоновые кислоты, ионы аммония.

N.A. Metigin, M.A. Pinchuk, A.E. Vasyukov
On the toxicity of aqueous extracts from young
and last year's Sosnowsky's hogweed

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The results of chemical analysis of aqueous extracts from young and last year's Sosnowsky's hogweed shoots are presented. In aqueous extracts from last year's shoots, a significant excess of ammonium ions was observed by a factor of 2.4. At the same time, the content of organic substances in aqueous extracts from last year's shoots is 5 times higher in terms of permanganate oxidizability. The content of all carboxylic acids, such as oxalic, malic, glycolic, and propionic acids, in the aqueous extract from young shoots is 20-40% higher than the content of the same acids in last year's hogweed.

Key words: Sosnowsky's hogweed, permanganate oxidizability, carboxylic acids, and ammonium ions

Введение

Борщевик Сосновского в настоящее время представляет собой опасный инвазионный вид, распространение которого вышло из-под контроля. Наряду с положительными свойствами у него выявлено

большое количество отрицательных [1], что привело к необходимости включения эколого-правовых механизмов при решении вопросов с распространением борщевика Сосновского и способов борьбы с ним [2].

В литературных источниках достаточно широко рассмотрена возможность использования борщевика Сосновского как сырья в химической, пищевой, медицинской, парфюмерной промышленности и кормопроизводстве [3].

Определённый научный и практический интерес представляет собой возможность использования материалов из борщевика Сосновского в качестве сорбентов для извлечения ионов тяжёлых металлов из водных растворов [4-6]. Для этих целей возможно использование как молодых стеблей борщевика Сосновского, так и прошлогодних, которое перезимовали и в хорошем состоянии выделяются в весенние месяцы.

Цель работы – оценить годовые изменения в химическом составе борщевика Сосновского по результатам химического анализа водных вытяжек из молодых и прошлогодних побегов борщевика Сосновского.

Объектами исследования были прошлогодние стебли борщевика Сосновского, которые простояли в поле зиму, весну и были собраны в начале июля месяца (объект №1). В это же время в том же районе (Медынский район Калужской области) были обобраны стебли молодого борщевика Сосновского (объект №2). Оба исследованных объекта просушивали на свежем воздухе, а затем в сушильном шкафу. Высушенные стебли измельчали на кофемолке и хранили в эксикаторе.

Водные вытяжки (1:10) готовили путём экстракции в течение 5 минут измельчённого растительного сырья дистиллированной водой с последующей фильтрацией через фильтр синяя лента для удаления нерастворённых частиц.

Определение pH проводили потенциометрическим методом с использованием лабораторного pH-метра, а удельную электрическую проводимость (χ) по ГОСТ 26423-85 [7].

Перманганатную окисляемость (ПО) водных вытяжек определяли титриметрическим методом в соответствии с методикой ПНД Ф 14.1.2:4.154-99 [8].

Содержание ионов аммония определяли фотометрическим методом с использованием реактива Несслера в соответствии с методикой ПНД Ф 14.1.2:3.1-95 [9].

Карбоновых кислот определяли методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» [10].

Результаты и их обсуждение

Результаты определения pH, ПО, χ и концентрации ионов аммония в водных вытяжках из молодых и прошлогодних побегов борщевика Сосновского представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества водных вытяжек из побегов прошлогоднего и молодого борщевика Сосновского

№ пп	Образец	χ , мкСм/см	pH	ПО, мгО/л	NH_4^+ , мг/л
1	Образец №1	74,9±1,3	4,73±0,26	2,65 ± 0,13	4,6±0,4
2	Образец №2	83,2±1,6	4,83±0,23	13,9 ± 0,4	1,9±0,3

В водных вытяжках их прошлогодних побегах отмечено существенное превышение ионов аммония в 2,4 раза. Вероятно, это связано с протеканием в холодный период в стеблях борщевика процессов денитрификации.

При этом в водных вытяжках из прошлогодних побегов содержание органических веществ по значению перманганатной окисляемости выше в 5 раз. Не исключено, что именно разложение этих органических веществ и приводит к увеличению ионов аммония в стеблях.

Сравнение полученных значений χ показывает, что минеральный состав водной вытяжки из молодых побегов на 15 % превышает аналогичный показатель для прошлогоднего борщевика.

Следует отметить, что значение водородного показателя практически одинаково для исследованных двух вытяжек. Можно предположить, что в протекание физико-химических процессов в стеблях не связано с изменением кислотно-основных свойств. Наблюдается выраженный кислотный характер водных вытяжек и pH = 4,8 указывает на наличие в них соединений кислотного характера.

В какой-то степени это подтверждают результаты определения карбоновых кислот с помощью капиллярного электрофореза (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание карбоновых кислот в водных вытяжках из побегов прошлогоднего и молодого борщевика Сосновского

Образец	Найдено кислот, мг/л			
	щавелевая	яблочная	гликолевая	пропионовая
Образец №1	1300	600	164	215
Образец №2	2275	878	274	274

Образец	Найдено кислот, мг/л			
	щавелевая	яблочная	гликолевая	пропионовая
Снижение, %	42,9	31,7	40,1	21,5

Как следует из полученных данных содержание всех карбоновых кислот: щавелевой, яблочной, гликолевой и пропионовой в водной вытяжке из молодых побегов на 20-40 % выше содержания исследованных кислот для прошлогоднего борщевика, что, вероятнее всего, связано с деструкцией этих соединений в осенне-зимний период.

Таким образом, полученные результаты химического анализа водных вытяжек борщевика Сосновского указывают на значительные изменения в химическом составе стеблей, но качественные и количественные характеристики существенно не меняются, а, следовательно, токсичность, как это степень, в которой химическое вещество или определённая смесь веществ могут нанести вред организму, борщевика Сосновского остаётся на высоком уровне и на протяжении года.

Список литературы:

1. Андреева, Л.В. Токсические и полезные вещества борщевика сосновского / Л.В. Андреева // В сборнике: Современные тенденции в научном и кадровом обеспечении АПК. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2020. – С. 324-327.
2. Вяткин, В.Э. Эколого-правовые проблемы с распространением борщевика сосновского и способы борьбы с ним / В.Э. Вяткин // Аграрное и земельное право. – 2024. – № 10 (238). – С. 108-111.
3. Ершова, А.С., Савинских А.В., Артемов А.В., Бурындин, В.Г. Борщевик Сосновского как сырье для получения пластиков / А.С. Ершова, А.В. Савинских, А.В. Артемов // Вестник Технологического университета. — 2020. – Т. 23. – № 10. – С. 34-37.
4. Еремин, И.С. Сорбционные свойства углеродного адсорбента на основе стеблей борщевика сосновского / И.С. Еремин, Е.А. Зайцева, А.В Головенко // В сборнике: химия, экология и рациональное природопользование. Материалы Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет». – 2021. – С. 190-194
5. Пинчук, М.Е. Оценка предельной сорбционной емкости материала из борщевика Сосновского по ионам кадмия потенциометрическим методом / М.Е. Пинчук, О.К. Дорофеева // В сборнике: Фундаментальная и прикладная

наука: состояние и тенденции развития. Сборник статей LIII Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2025. – С. 169-176.

6. Пинчук, М. Е. Некоторые особенности сорбционной емкости материала из молодого борщевика Сосновского по ионам кадмия / М.Е. Пинчук, Н.Р. Зиновьев, О.К. Дорофеева // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXXV международной научно-практической конференции, Москва, 15 января 2026 года. – Москва: ООО «Актуальность. РФ», 2026. – С. 59-64.

7. ГОСТ 26423-85 Почвы методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки = Soils. Methods for determination of specific electric conductivity, pH and solid residue of water extract: межгосударственный стандарт: дата введения: 01.01.1986: введён: Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 февраля 1985 г. №283 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/0ca/4294828015.pdf> (дата обращения: 11.04.2026).

8. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99. Количественный химический анализ вод методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293831/4293831991.pdf> (дата обращения: 11.04.2026).

9. ПНД Ф 14.1:2:3.1-95. Количественный химический анализ под методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850892.pdf> (дата обращения: 11.04.2026).

10. ПУ 95-2024. Воды. Определение карбоновых кислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». – Санкт-Петербург: ООО «Люмэкс-Маркетинг», 2024. – 30 с.

М.А. Мешакин, Н.Р. Зиновьев, М.А. Пинчук, А.Е. Васюков

Кинетические особенности сорбции ионов свинца соломой овсяной

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

По результатам потенциометрических исследований сорбции ионов свинца в модельных растворах показано, что скорость сорбции в присутствии соломы нативной, силикагеля и катионита КУ-2 превышает сорбционные свойства соломы модифицированной в 3,1, 7,4 и 13,8 раза соответственно.

Ключевые слова: потенциометрия, кондуктометрия, сорбция, ионы свинца, солома овсяная, катионит КУ-2, силикагель.

M.A. Meshakin, N.R. Zinoviev, M.A. Pinchuk, A.E. Vasyukov

Kinetic Features of Lead Ions Sorption by Oat Straw

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

According to the results of potentiometric studies of lead ion sorption in model solutions, it was shown that the sorption rate in the presence of native straw, silica gel, and KU_2 cation exchanger exceeds the sorption properties of modified straw by 3.1, 7.4, and 13.8 times, respectively.

Key words: potentiometry, conductometry, sorption, lead ions, oat straw, KU-2 cation exchanger, silica gel.

Введение

Для извлечения ионов тяжёлых металлов из водных растворов достаточно широко исследуются возможности сорбентов растительного происхождения, том числе и различные материалы на основе соломы [1]. При этом для контроля содержания исследуемых ионов потенциометрия не нашла широкого применения, хотя её достоинство, возможность проводить непрерывный контроль, является существенным преимуществом перед другими аналитическими методами [2-3].

Цель работы – сопоставить скорости сорбции ионов свинца различными материалами: соломой овсяной нативной и модифицированной, силикагелем и катионитом по результатам потенциометрических измерений.

Основной раствор нитрата свинца готовили растворением точно навески дистиллированной водой. В полученном растворе измеряли ареометром плотность, значение которой использовали для приготовления стандартного раствора с концентрацией 0,100 моль/л. Рабочие растворы

с различными концентрациями ионов готовили путём разбавления стандартного раствора.

Содержание ионов свинца в исследуемой воде определяли по изменению электродных потенциалов цепи, состоящей из электрода сравнения ЭСр-10101 [4], двух свинец селективных электродов ЭЛИТ-131-10 [5], измерительной ячейки с исследуемым раствором и лабораторного рН-метра АНИОН-4100. Для измерения удельной электропроводности (χ) использовали кондуктометр-анализатор жидкости лабораторного серии «Анион 4100» модель А4155.

В качестве сорбента использовали стебли соломы пшеничной, которые измельчали на кофемолке, затем промывали кипятком до получения бесцветного фильтрата и полученную массу стеблей высушивали сутки при 105 °С. Силикагель крупнопористый в гранулах марки КСКГ по ГОСТ 3956-76 [6] обрабатывали ПАВ. Катионит КУ-2-8 по ГОСТ 6217-74 [7] промывали дистиллированной водой.

Методика исследований включала оценку влияния массы сорбентов на значение рН, χ и потенциала ионоселективных электродов на качество дистиллированной воды (фон), а затем на качество модельных кадмий содержащих растворов. Показания приборов снимали первые 10 минут через 2 минуты и далее через 5 минут в течение 1 часа.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены результаты статистической обработки значений рН, χ и электродных потенциалов свинец и нитрат селективных электродов, полученных в течение часа в растворе с $C(\text{Pb}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л и 6,0 г соломы модифицированной.

Таблица 1 – Кинетика значений рН, χ и электродных потенциалов кадмий и нитрат селективных электродов ($C(\text{Pb}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л, $V = 200$ мл, 6,0 г соломы модифицированная)

Время, мин	рН	$E(\text{Pb}^{+2})$, мВ	$E(\text{Pb}^{+2})$, мВ	χ , мкСм/см
0	6,17	52,8	-15	238,8
2	6,11	51,1	-16	226,8
4	6,06	50,4	-16	222,9
20	5,89	47,1	-20	209,6
25	5,87	44,8	-22	205,1
30	5,86	43,5	-24	202,8
35	5,87	42,0	-26	201,8
40	5,88	40,1	-28	201,0

Время, мин	pH	E(Pb ²⁺), мВ	E(Pb ²⁺), мВ	χ, мкСм/см
45	5,88	38,8	-29	200,5
50	5,88	37,5	-31	200,0
55	5,89	36,3	-32	199,3
60	5,90	34,9	-33	203,6
среднее	5,95	44,8	-22,6	211,4
макс	6,17	52,8	-15,0	238,8
мин	5,86	34,9	-33,0	199,3
Sr	0,10	5,88	6,37	11,7
Sr %	1,6	13,1	-28,1	5,6
рост/убыль	0,31	17,9	18,0	39,4
%	5,3	51,3	-54,5	19,8

Следует отметить, что наличие сорбента практически не влияет на значение pH исследуемого раствора, наблюдается лишь снижение на 0,3 единицы, что указывает на несущественную роль кислотно-основных реакций в сорбционном процессе. Значение χ снижается почти на 20 % и одновременно наблюдается существенное изменение потенциалов кадмий селективных электродов в течение исследуемого периода, что говорит о протекании сорбции ионов свинца в условиях эксперимента и об уменьшении в исследуемом растворе количества электропроводящих веществ.

Изменения потенциалов кадмий селективных электродов носят линейный характер. Результаты статистической обработки показывают линейную зависимость значения потенциала от времени, угол наклона которой зависит от биомассы сорбента (рисунок 1), что указывает на различиях в скоростях сорбции.

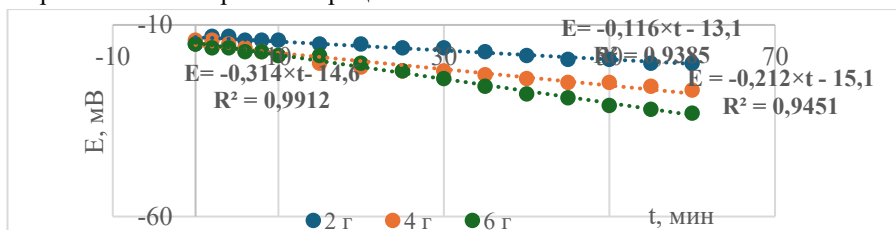


Рисунок 1 – Кинетика значений электродного потенциала свинец селективного электрода в растворе ионов свинца в присутствии 2, 4 и 6 г соломы модифицированной

Кинетические кривые сорбции ионов свинца в растворе с концентрацией $C(\text{Pb}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л в зависимости от биомассы сорбентов: солома нативная, солома модифицированная, силикагель и уголь активированный представлены на рисунке 2.

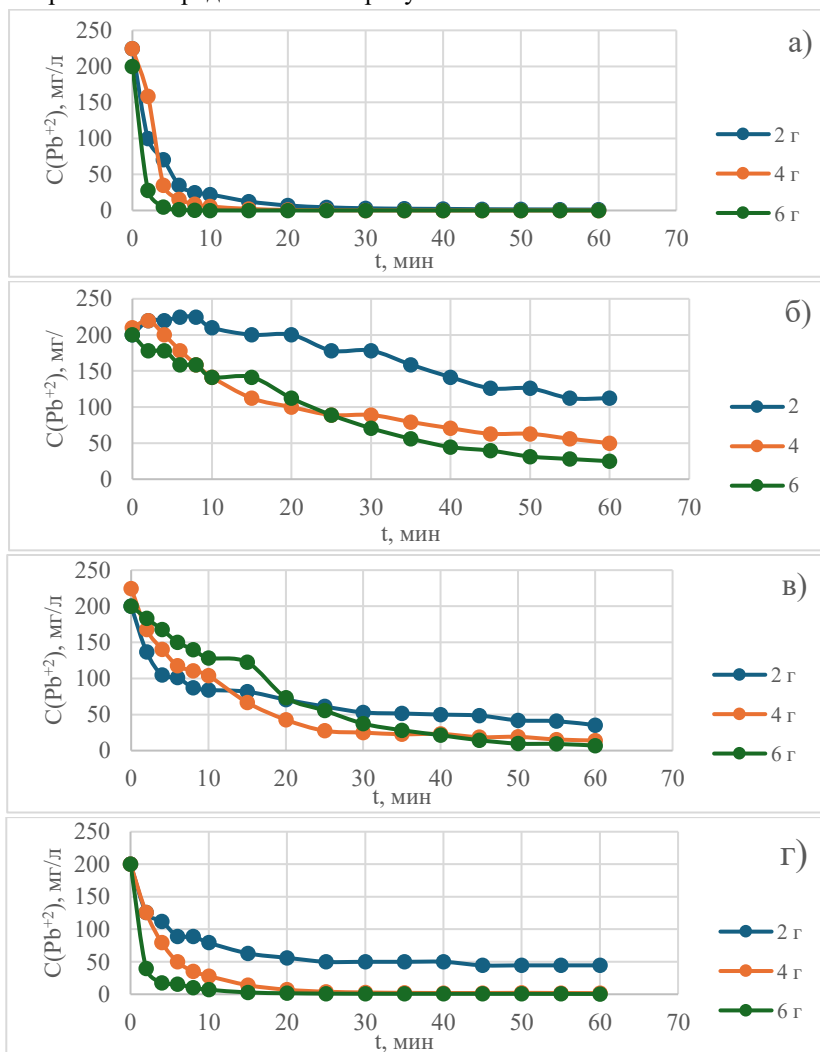


Рисунок 2 – Кинетические кривые сорбции ионов свинца ($C(\text{Pb}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л) в зависимости от биомассы сорбента: а) солома нативная, б) солома модифицированная; в) силикагель; г) уголь активированный

Полученные зависимости изменения концентраций ионов свинца в исследованных растворах в течение сорбции дают возможность использовать их для расчёта порядка реакции (сорбции) по ионам свинца. Для этого можно использовать формулы, приведённые в таблице 2 [8].

Таблица 2 – Формулы для расчёта порядка реакции по степени превращения вещества (α)

Порядок реакции	Формула для расчёта константы
0	$k_0 = \frac{C_0(1-\alpha)}{t}$
1	$k_1 = \frac{2,3}{t} \lg \frac{1}{1-\alpha}$
2	$k_2 = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C_0(1-\alpha)} - \frac{1}{C_0} \right)$

Результаты расчёта констант сорбции ионов свинца для исследованных четырёх сорбентов в пересчёте на массу 1 г сорбента при исходной концентрации ионов свинца 1 ммоль/л приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчёта констант сорбции исследованными сорбентами на массу 1 г

Сорбент	Масса сорбента, г	0 порядок		1 порядок		2 порядок	
		k_0	S_r , %	k_1	S_r , %	k_2	S_r , %
КУ-2	2	9,4	176	0,079	79,3	0,0066	52,9
	4	6,7	216	0,160	37,0	0,0073	57,1
	6	1,9	262	0,290	72,8	0,0270	45,0
	1	-	-	0,040	-	0,003	-
	1	-	-	0,040	-	0,002	-
	1	-	-	0,048	-	0,005	-
	среднее на 1 г			0,043±0,005		0,0032±0,0013	
Силикагель	2	4,3	117	0,056	55,1	0,00050	34,6
	4	6,4	159	0,068	25,0	0,00090	29,9
	6	13,7	179	0,054	12,2	0,00086	82,2
	1	-	-	0,028	-	0,00025	-
	1	-	-	0,017	-	0,00023	-
	1	-	-	0,009	-	0,00014	-

Сорбент	Масса сорбента, г	0 порядок		1 порядок		2 порядок	
		k_0	S_r , %	k_1	S_r , %	k_2	S_r , %
	среднее на 1 г			0,018±0,010		0,00021±0,00006	
Солома модифицированная	2	5,4	71	0,0074	47,7	0,00045	54,6
	4	7	129	0,0300	20,0	0,00023	16,4
	6	9,4	139	0,0360	12,0	0,00034	45,5
	1	-	-	0,0037	-	0,00023	-
	1	-	-	0,0075	-	0,00006	-
	1	-	-	0,0060	-	0,00006	-
	среднее на 1 г			0,0057±0,0019		0,00011±0,00010	
Солома нативная	2	2,20	218	0,1660	43,0	0,009	46,8
	4	0,90	250	0,2830	31,8	0,870	135
	6	0,017	300	0,5000	45,9	70,5	92,0
	1	-	-	0,0830	-	0,004	-
	1	-	-	0,0708	-	0,218	-
	1	-	-	0,0833	-	11,7	-
	среднее на 1 г			0,079±0,007		4,0±6,7	

За основной критерий при выборе порядка реакции можно принять значение стандартное отклонение порядка реакции S_r (%) в исследуемый период сорбции. Из полученных данных статистической обработки кинетических кривых следует, что для исследованных сорбентов в большинстве случаев наряду со вторым порядком более характерен первый порядок реакции (сорбции) ионов свинца.

Если рассчитать значение констант на 1 грамм сорбента и принять за единицу константу первого порядка, полученную для ионов свинца в присутствии соломы модифицированной, то превышение аналогичных констант для других исследованных сорбентов составит для силикагеля, КУ-2 и соломы нативной 3,1, 7,4 и 13,8 раз.

Список литературы:

1. Самодолова, О.А. Использование растительных отходов в очистке сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами / О.А. Самодолова, А.П. Самодолов, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер. – Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18. № 5. – С. 747-756

2. Пинчук, М.Е. Оценка предельной сорбционной емкости материала из борщевика Сосновского по ионам кадмия потенциометрическим методом / М.Е. Пинчук, О.К. Дорофеева // В сборнике: Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. Сборник статей LIII Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2025. – С. 169-176.
3. Пинчук, М. Е. Некоторые особенности сорбционной емкости материала из молодого борщевика Сосновского по ионам кадмия / М.Е. Пинчук, Н.Р. Зиновьев, О.К. Дорофеева // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXXV международной научно-практической конференции, Москва, 15 января 2026 года. – Москва: ООО «Актуальность. РФ», 2026. – С. 59-64.
4. ЭСр-10101 электрод сравнения лабораторный двухключевой хлорсеребряный [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.td-anion.ru/catalog/elektrody-dlya-potentsiometrii/vspomogatelnye-elek/esr-10107.html> (дата обращения: 12.04.2026).
5. Электроды ионоселективные «ЭЛИТ» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.td-anion.ru/catalog/elektrody-dlya-potentsiometrii/ionoselektivnye/jelis_131_Pb.html (дата обращения: 12.04.2026).
6. ГОСТ 3956-76 Силикагель крупнопористый в гранулах [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294824/4294824338.pdf> (дата обращения: 10.04.2026).
7. ГОСТ 20298-2022 Смолы ионообменные. катиониты Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/788/78832.pdf?ysclid=mnx5muuyjn238243781> (дата обращения: 11.04.2026).
8. Никулина, С.Н. Порядок реакции сорбции ионов меди из водных растворов нативной соломой овсяной / С.Н. Никулина, М.А. Мазурина, А.Е. Васюков, Н.Ю. Фатеева, Е.А. Чериканова // В сборнике: Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник трудов XXV Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. – Москва: 2024. – С. 51-55.

А.С. Назаренко, А.В. Мешалкин, Н.Р. Зиновьев, М.Е. Пинчук
Исследование механизма адсорбции метиленового голубого
сорбентами на основе природных и искусственных волокон

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Исследована природа адсорбционного взаимодействия метиленового голубого (МГ) с поверхностью пористых волокнистых материалов на основе целлюлозы и вискозы, включая бумажные лабораторные фильтры (белая и синяя ленты) и вискозные салфетки. Механизм адсорбции красителя на всех исследуемых сорбентах является хемосорбционным.

Ключевые слова: адсорбция, уравнение Дубинина-Радushкевича, метиленовый голубой, фильтры белая и синяя ленты, вискозные салфетки, средняя свободная энергия адсорбции.

A.S. Nazarenko, A.V. Meshalkin, N.R. Zinoviev, M.E. Pinchuk
Study of the mechanism of adsorption of methylene blue by sorbents based on
natural and artificial fibers

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The nature of the adsorption interaction between methylene blue (MB) and the surface of porous fibrous materials based on cellulose and viscose was investigated, including paper laboratory filters (white and blue tape) and viscose wipes. The adsorption mechanism of the dye on all studied sorptive materials is chemisorption.

Key words: adsorption, Dubinin-Radushkevich equation, methylene blue, filters white and blue tape, viscose wipes, average free energy of adsorption.

Введение

Адсорбция из растворов часто носит конкурентный (вытеснительный) характер, поскольку из жидкой фазы одновременно адсорбируются как растворитель, так и растворенное вещество. Влияние различных факторов на процесс адсорбции зависит от ее механизма. К примеру, при повышении температуры физическая адсорбция обычно уменьшается, тогда как химическая адсорбция (хемосорбционное взаимодействие), наоборот, увеличивается. Знание механизма адсорбции – системообразующий элемент, определяющий результативность сорбционных

процессов как в условиях научного эксперимента, так и при их интеграции в производственные цепочки.

Установить природу адсорбционного процесса (физическая или химическая) позволяет модель изотермы Дубинина-Радushкевича [6]:

$$A = A_{\infty} e^{-k_{ДР} \varepsilon^2}, \quad (1)$$

Где A – величина адсорбции, моль/г; A_{∞} – предельная адсорбция, моль/г; $k_{ДР}$ – константа, определяющая свободную энергию сорбции одного моль сорбата, моль²/кДж²; ε – потенциал Поляни, отражающий изотермическую работу переноса одного моль адсорбата из объема равновесного раствора с концентрацией C к поверхности сорбента и определяемый из выражения:

$$\varepsilon = RT \ln(1 + 1/C), \quad (2)$$

где $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ – газовая постоянная; T – абсолютная температура, К.

Линейная форма уравнения (1) имеет вид:

$$\ln A = \ln A_{\infty} - k_{ДР} \varepsilon^2 \quad (3)$$

Обработку экспериментальных данных проводят графическим способом, строя зависимость натурального логарифма равновесной сорбционной емкости ($\ln A$) от квадрата потенциала Поляни (ε^2). Из коэффициентов уравнения линейной регрессии находят величину A_{∞} как тангенс угла наклона прямой, а константа $k_{ДР}$ соответствует отрезку, который эта прямая отсекает на оси ординат.

Величина средней свободной энергии адсорбции (E , кДж/моль) может быть рассчитана по формуле:

$$E = \frac{1}{\sqrt{-2k_{ДР}}} \quad (4)$$

При значении $E < 8$ кДж/моль имеет место физическая адсорбция (слабая фиксация адсорбата); при $8 \leq E < 16$ кДж/моль – хемосорбция (сильная фиксация адсорбата)[4].

В последние годы растет интерес к использованию сорбентов на основе природных (целлюлоза, лигнин), искусственных (вискоза, ацетат) и синтетических (полиамид, полипропилен) полимерных волокон. Их сорбционные свойства обусловлены, в первую очередь, высокоразвитой пористой поверхностью и наличием различных реакционноспособных функциональных групп. По имеющимся данным, взаимодействие подобных сорбентов с широким кругом адсорбатов преимущественно реализуется по хемосорбционному механизму [1, 3].

Для оценки сорбционных свойств материалов в качестве модельных загрязнителей часто используют красители; в рамках данной работы таким является метиленовый голубой (МГ; 3,7-бисдиметиламинофенотиоцианит хлорид). Согласно литературным источникам, изучение адсорбции МГ предоставляет информацию о характеристиках поверхности сорбентов с размером пор более 1,5 нм [2]. Кроме того, установлено, что площадь одной молекулы МГ в насыщенном мономолекулярном слое составляет 2,08 нм² [5].

Методологической основой при определении величины адсорбции является спектрофотометрия, основанная на измерении снижения концентрации модельного загрязнителя в растворе после достижения системой адсорбционного равновесия.

Объектами настоящего исследования стали *обеззоленные фильтры для анализов «Белая лента»* (партия ФС-III-21) и *«Синяя лента»* (партия ФМ-III-25), изготовленные ООО «Мелиор XXI» (Россия) по ТУ 2642-001-68085491-2011, а также *универсальные вязкозные салфетки «Чудесная тряпка»* (бренд «Лайма») – изделия из нетканого материала (тряпка), состав: вискоза, полиэфирное волокно (ТУ 13.95-10-005-56176857-2018), изготовитель: ООО «Авангард», Россия.

Методика определения величины адсорбции (A , мг/г; моль/г) и обработка данных

В химические стаканы вносили по 1,0 г образцов исследуемых сорбентов, приливали 50 мл раствора МГ с исходной концентрацией ($C_{исх}$, мг/л; моль/л) от 0,01 до 0,45 г/л и перемешивали полученные системы стеклянной палочкой в течение 2 часов. Равновесную концентрацию растворов МГ ($C_{равн}$, мг/л; моль/л) рассчитывали методом сравнения: отбирали соответствующие аликвоты, разбавляли их дистиллированной водой и измеряли оптическую плотность приготовленных растворов в кварцевых кюветах ($l = 1$ см) при $\lambda = 660$ нм. При тех же условиях проводили фотометрирование растворов МГ с исходными концентрациями.

Величину адсорбции (адсорбционную активность, адсорбционную ёмкость) определяли по формуле: $A = (C_{исх} - C_{равн}) \cdot 0,05 / 1,0$.

Экспериментальные данные обрабатывали методом наименьших квадратов с помощью программы MSExcel, строя изотермы адсорбции (295 К) в линейных координатах уравнения Дубинина-Радushкевича ($\ln A = f(\varepsilon^2)$).

Результаты и их обсуждение

На основании анализа графических (рис. 1) и табличных (табл. 1) данных установлено: поверхность изучаемых целлюлозных фильтров (белая

и синяя ленты) и вязких салфеток характеризуется неоднородностью, способствующей протеканию многослойной адсорбции. Данный вывод подкрепляется высокими значениями коэффициентов аппроксимации (R^2), которые демонстрируют хорошее соответствие экспериментальных результатов модели Дубинина-Радускевича.

Рассчитанные значения средней свободной энергии позволяют характеризовать протекающий в данных условиях процесс как хемосорбцию для каждого из трех сорбентов. Формально пограничное значение E_b в случае фильтров «Синяя лента» обусловлено, вероятно, большей неоднородностью пористой структуры (наличием микро- и макропор), создающей пространственные препятствия для свободного перемещения адсорбата, затрудняя его доступ к части активных центров сорбента.

Можно предположить, что фиксация катионов МГ осуществляется посредством ионного обмена через взаимодействие с гидроксильными (-ОН) и карбоксильными (-COOH) группами пористых полимеров; при этом величина адсорбции определяется силой такого взаимодействия.

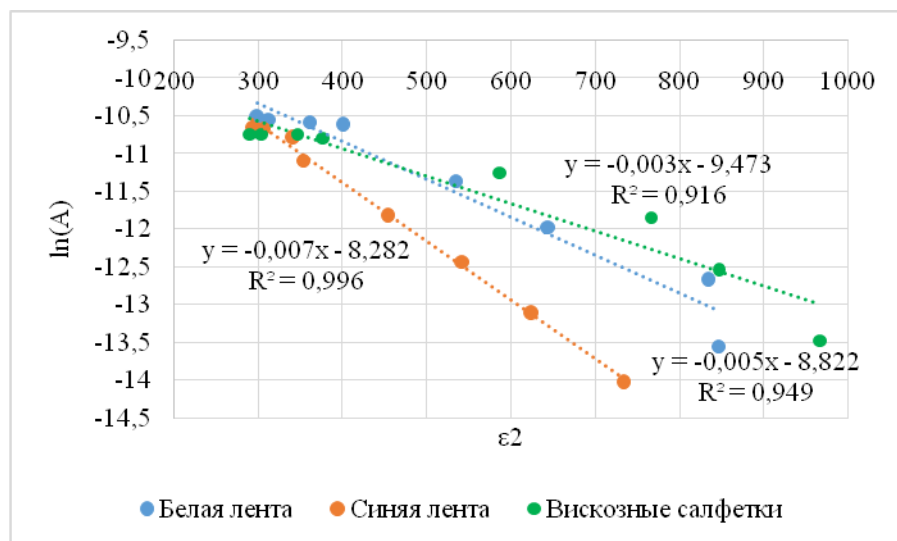


Рисунок 1 – Изотермы (295 К) адсорбции метиленового голубого на исследуемых сорбентах, представленные в линейных координатах уравнения Дубинина-Радускевича.

Таблица 1 – Параметры уравнения Дубинина-Радushкевича и значения средней свободной энергии адсорбции.

	A_{∞} , мг/г	k_{DR} , моль ² /кДж ²	R^2	E , кДж/моль
Белая лента	47,4	-0,0050	0,9496	10,0
Синяя лента	88,9	-0,0078	0,9960	8,0
Вискозные салфетки	24,6	-0,0036	0,9160	11,8

Список литературы:

1. Исследование сорбции ионов никеля волокнистыми адсорбентами / Л.М. Смоленская, С.Ю. Рыбина, В.Г. Рыбин, П.В. Литвин // Строительные материалы и изделия. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 12-20.
2. Олонцев, В.Ф. Исследование адсорбционной активности углеродных материалов / В.Ф. Олонцев, А.А. Минькова, К.Н. Генералова // Master's Journal. – 2013. – № 2. – С. 87-97.
3. Шатрова, А. С. Сорбция тяжелых металлов лигнинсодержащими осадками целлюлозно-бумажной промышленности / А.С. Шатрова, А.В. Богданов, О.В. Тюкалова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335, № 5. – С. 66-74.
4. Шумилова, М.А. Адсорбционные модели для описания равновесия в системе арсенит-ион – почва / М.А. Шумилова, В.Г. Петров // Теоретическая и прикладная экология. – 2017. – № 4. – С. 32-38.
5. Adsorption properties of activated carbons prepared from olive stones by chemical and physical activation / M.N. Alaya, M. A. Hourieh, F. El-Sejarah, A.M. Youssef // Adsorption Science and Technology. – 2000. – Vol. 18, No. 1. – P. 27-42. – DOI 10.1260/0263617001493251.
6. Insight into the adsorption mechanisms of methylene blue and chromium (III) from aqueous solution onto pomelo fruit peel / Van-Phuc Dinh, Thuy-Diem-Thuy Huynh, Hung M. Le[et al.] // RSC Advances. – 2019. – Vol. 9, No. 44. – P. 25847-25860. – DOI: 10.1039/c9ra04296b.

В.Ю. Орлов, А.Е. Васюков, Н.Р. Зиновьев, М.А. Пинчук
Кинетические особенности сорбции ионов кадмия
соломой пшеничной

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

По результатам потенциометрических исследований сорбции ионов кадмия в модельных растворах показано, что скорость сорбции в присутствии соломы модифицированной и силикагеля превышает сорбционные свойства активированного угля в 5,3 и 7,2 раза соответственно.

Ключевые слова: потенциометрия, кондуктометрия, сорбция, ионы кадмия, солома пшеничная, силикагель, активированный уголь.

V.Yu. Orlov, A.E. Vasyukov, N.R. Zinoviev, M.A. Pinchuk
Kinetic Features of Cadmium Ions Sorption by Wheat Straw
Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

According to the results of potentiometric studies of the sorption of cadmium ions in model solutions, it was shown that the sorption rate in the presence of modified straw and silica gel exceeds the sorption properties of activated carbon by 5.3 and 7.2 times, respectively.

Key words: potentiometry, conductometry, sorption, cadmium ions, wheat straw, silica gel, activated carbon.

Введение

Среди сорбентов растительного происхождения солома неоднократно служила сорбционным материалов для извлечения ионов различных металлов из водных растворов [1]. При этом для контроля содержания исследованных ионов потенциометрия не нашла широкого применения, хотя ее достоинство, возможность непрерывного контроля, является существенным преимуществом перед другими аналитическими методами [2, 3].

Цель работы – сопоставить скорости сорбции ионов кадмия различными материалами: соломой пшеничной, силикагелем и активированным углем, по результатам потенциометрических измерений.

Основной раствор нитрата меди или нитрата кадмия готовили растворением навески в дистиллированной воде. В полученных растворах измеряли ареометром плотность, значение которой использовали для

приготовления стандартного раствора ионов металлов с концентрацией 0,100 моль/л. Рабочие растворы с различными концентрациями ионов готовили путём разбавления стандартного раствора.

Содержание ионов кадмия в исследуемой воде определяли по изменению электродного потенциала цепи, состоящей из электрода сравнения ЭСр-10101 [4], кадмий селективного электрода ЭЛИТ-241-10 и медь селективного электрода ЭЛИТ-277 [5], измерительной ячейки с исследуемым раствором и лабораторного рН-метра АНИОН-4100. Для измерения удельной электропроводности (χ) использовали кондуктометр-анализатор жидкости лабораторного серии «Анион 4100» модель А4155.

В качестве сорбента использовали стебли соломы пшеничной, которые измельчали на кофемолке, затем промывали кипятком до получения бесцветного фильтрата и полученную массу стеблей высушивали сутки при 105 °С. Силикагель крупнопористый в гранулах марки КСКГ по ГОСТ 3956-76 [6] обрабатывали ПАВ. Уголь активный, древесный дроблёный, БАУ-А по ГОСТ 6217-74 [7] промывали дистиллированной водой и сушили при 105 °С.

Методика исследований включала оценку влияния сорбентов на значение рН, χ и потенциала ионоселективных электродов на качество дистиллированной воды (фон), а затем на качество модельных кадмий содержащих растворов. Показания приборов снимали первые 10 минут через 2 минуты и далее через 5 минут в течение часа.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены результаты статистической обработки значений рН, χ и электродных потенциалов кадмий и нитрат селективных электродов, полученных в течение часа в растворе с $C(\text{Pb}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л и 4,0 г соломы модифицированной.

Таблица 1 – Кинетика значений рН, χ и электродных потенциалов кадмий и нитрат селективных электродов ($C(\text{Cd}^{+2}) = 1,0$ ммоль/л, $V = 200$ мл, 4,0 г соломы модифицированная)

Время, мин	рН	$E(\text{Cd}^{2+})$, мВ	$E(\text{NO}_3^-)$, мВ	χ , мкСм/см
0	4,98	-100,2	297,5	450,0
2	5,00	-101,9	293,4	450,0
4	5,01	-102,5	292,6	451,1
40	5,11	-111,8	293,4	454,4

Время, мин	pH	E(Cd ²⁺), мВ	E(NO ₃ ⁻), мВ	χ, мкСм/см
45	5,11	-112,6	293,7	454,4
50	5,12	-113,8	293,9	455,3
55	5,12	-114,6	294,3	455,3
60	5,13	-115,5	294,2	455,3
среднее	5,07	-108,0	293,3	453,39
макс	5,13	-100,2	297,5	455,28
мин	4,98	-115,5	292,1	450,01
S _r	0,05	4,93	1,33	1,80
S _r , %	1,0	-4,6	0,5	0,4
рост/убыль	0,15	15,30	5,40	5,2
%	3,0	-13,2	1,8	1,2

Следует отметить, что наличие сорбента практически не влияет на значение pH исследуемого раствора, а также на значение χ , что указывает на несущественную роль кислотно-основных и ионообменных реакций в сорбционных процессах. В то же время наблюдается существенное изменение потенциала кадмий селективного электрода в течение исследуемого периода.

Такие изменения носят линейный характер. Результаты статистической обработки показывают различную зависимость значения потенциала во времени от биомассы сорбента и концентрации сорбата (рис. 1), говорящую о различиях в скоростях сорбции.

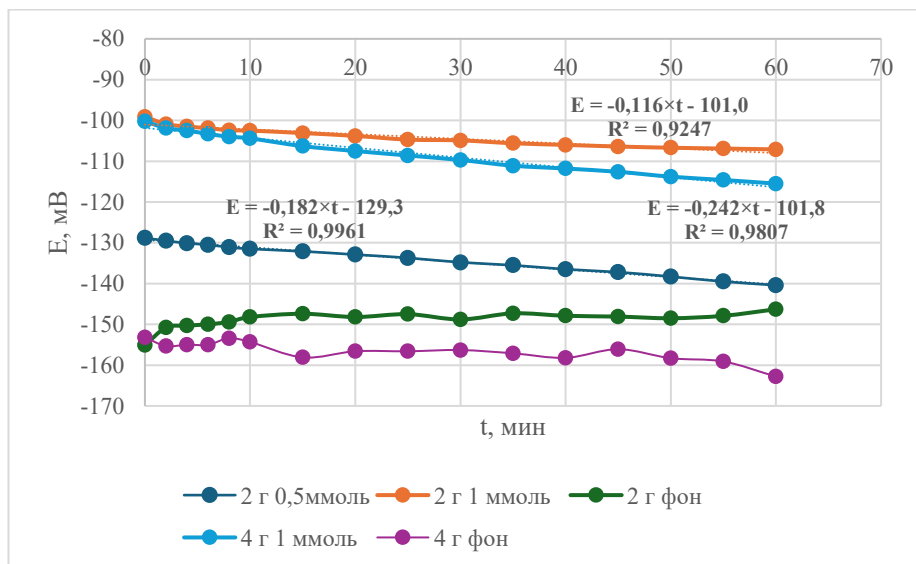


Рисунок 1 – Изменение потенциала кадмий селективного электрода в дистиллированной воде (фон) и в растворах ионов кадмия с соломой модифицированной.

Наличие в исследуемом растворе силикагеля, как и в случае с соломой модифицированной, в процессе сорбции практически не влияет на значение pH раствора, а также на значение χ (таблица 2).

Таблица 2 – Кинетика значений pH, χ и электродных потенциалов кадмий и медь селективных электродов ($C(\text{Cd}^{2+}) = 0,5$ ммоль/л, $V = 200$ мл, 6,0 г силикагеля).

Время, мин	pH	$E(\text{Cd}^{2+})$, мВ	$E(\text{NO}_3^-)$, мВ	χ , мкСм/см
0	5,17	-105,1	322,9	237,8
2	5,20	-106,6	312,5	238,9
4	5,21	-107,1	311,7	238,6
6	5,22	-107,8	311,3	239,1
8	5,23	-108,2	312,0	238,8
10	5,26	-108,7	312,0	238,9
15	5,29	-109,5	312,3	239,2
20	5,32	-110,6	312,7	238,9

Время, мин	pH	E(Cd ²⁺), мВ	E(NO ₃ ⁻), мВ	χ, мкСм/см
25	5,35	-112,2	312,8	239,1
30	5,35	-113,0	314,0	239,6
35	5,37	-114,5	314,3	239,6
40	5,38	-116,2	314,0	239,7
45	5,40	-117,3	315,0	239,7
50	5,41	-118,6	315,7	240,2
55	5,42	-120,2	316,2	240,2
60	5,43	-122,0	316,8	240,2
среднее	5,31	-112,35	314,14	239,29
макс	5,43	-105,10	322,90	240,24
мин	5,17	-122,00	311,30	237,75
Ст	0,09	5,25	2,88	0,68
Ст %	1,7	-4,7	0,9	0,3
рост/убыль	0,26	16,90	11,60	2,49
%	5,0	-13,9	3,7	1,0

При этом наблюдается существенное изменение потенциала кадмий селективного электрода в течение исследуемого периода в зависимости от биомассы сорбента и содержания ионов кадмия (рис. 2).

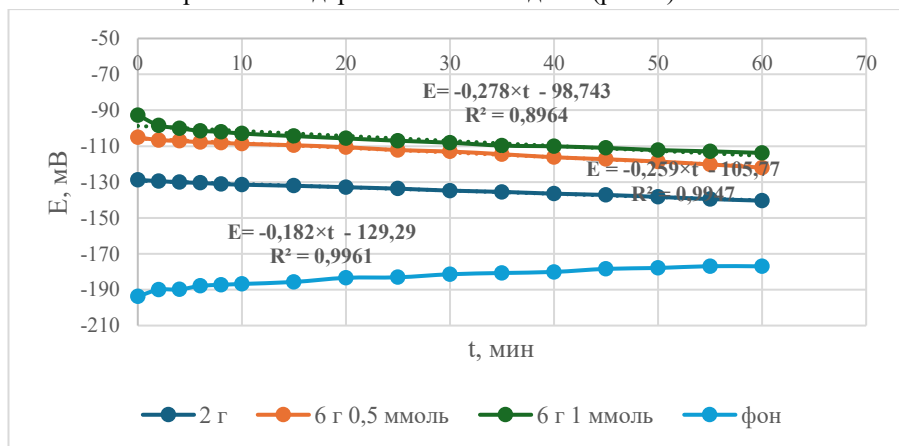


Рисунок 2 – Изменение потенциала кадмий селективного электрода в дистиллированной воде (фон) и в растворах ионов кадмия с силикагелем.

В присутствии значительного количества БАУ (12 г) сорбционный процесс ионов кадмия и меди, судя по данным, приведенным на рис. 3, протекает существенно медленнее, чем в присутствии соломы или силикагеля.

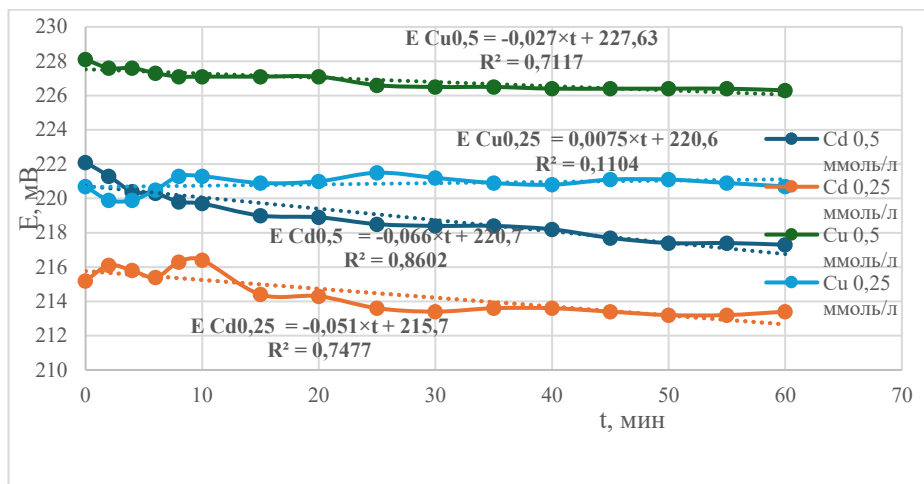


Рисунок 3 – Изменение потенциала кадмий и медь селективных электродов в растворах ионов кадмия и меди с БАУ (12 г).

Если принять в внимание, что реакции сорбции ионов металлов природными сорбентами, как правило, является реакцией первого порядка, то в этом случае можно рассчитать скорость сорбции для исследуемого иона по изменению его электродного потенциала во времени.

В таблице 3 приведены результаты таких расчётов, как скорость изменения электродного потенциала (мВ) в течение 1 минуты в растворе с концентрацией иона кадмия 1 моль/л в присутствии 1 г сорбента.

Таблица 3 – Сопоставление скоростей сорбции ионов кадмия.

№ пп	Сорбент	m, г	C(Cd ²⁺), ммоль/л	tgα, мВ/мин $E = -tg\alpha \times t - b$	V_{cp} , мВ*л/ (мин*г*моль)	Превышение, разы
1	солома	2	0,5	0,182	100	7,2
		4	1	0,242		
		2	1	0,116		
2	БАУ	12	0,5	0,066	14	1

№ пп	Сорбент	m, г	C(Cd ²⁺), ммоль/л	tgα, мВ/мин E = -tgα×t - b	V _{ср} , мВ*л/ (мин*г*моль)	Превышение, разы
		12	0,25	0,051		
3	силикагель	6	1	0,278	75	5,3
		6	0,5	0,259		
		2	1	0,182		

Если принять скорость сорбции ионов кадмия БАУ за единицу, то исследуемая скорость в присутствии силикагеля выше в 5,3 раза, а в присутствии соломы, модифицированной в 7,2 раза. Таким образом, скорости сорбции ионов кадмия силикагелем и соломой модифицированной сопоставимы.

Список литературы:

1. Pehlivan, E. Utilization of barley straws as biosorbents for Cu²⁺ and Pb²⁺ ions / E. Pehlivan, T. Altun, S. Parlayıcı // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Т.164, 2-3. – Рр. 982-986.
2. Пинчук, М.Е. Оценка предельной сорбционной емкости материала из борщевика Сосновского по ионам кадмия потенциометрическим методом / М.Е. Пинчук, О.К. Дорофеева // В сборнике: Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. Сборник статей LIII Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2025. - С. 169-176.
3. Пинчук, М. Е. Некоторые особенности сорбционной емкости материала из молодого борщевика Сосновского по ионам кадмия / М.Е. Пинчук, Н.Р. Зиновьев, О.К. Дорофеева // Российская наука в современном мире: Сборник статей LXXV международной научно-практической конференции, Москва, 15 января 2026 года. – Москва: ООО «Актуальность. РФ», 2026. – С. 59-64.
4. ЭСр-10101 электрод сравнения лабораторный двухключевой хлорсеребряный [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.td-anion.ru/catalog/elektrody-dlya-potentsiometrii/vspomogatelnye-elek/esr-10107.htm> (дата обращения: 10.04.2026).
5. Электроды ионоселективные «ЭЛИТ» [Электронный ресурс]. – URL: <file:///C:/Users/Александр/Downloads/17515-03.pdf> (дата обращения: 10.04.2026).

6. ГОСТ 3956-76 Силикагель крупнопористый в гранулах [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294824/4294824338.pdf> (дата обращения: 10.04.2026).
7. ГОСТ 6217-74. Уголь активный, древесный дробленый гранулах [Электронный ресурс]. – URL: <https://tatsorbent.ru/assets/files/gost-bau.pdf> (дата обращения: 10.04.2026).

Е.А. Пильщикова¹, А.А. Дремук², А.К. Ахлебинин¹

Биологически активные вещества ягод барбариса обыкновенного

¹*Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга*

²*ЭКЦ УМВД, г. Калуга*

Методами хромато-масс-спектрометрии, протонного магнитного резонанса, ультрафиолетовой и инфракрасной спектроскопии проведён анализ веществ метанольного экстракта из ягод барбариса обыкновенного. Результаты были сопоставлены с литературными данными и интернет-ресурсами. Идентифицированы 12 биологически активных веществ, среди которых насыщенные карбоновые кислоты (пальмитиновая, ундекановая и додекановая кислоты), ароматические соединения (хлоргеновая кислота, кофейная кислота, п-кумаровая кислота, феруловая кислота), циклические соединения (фурфурол, глутаровый ангидрид) и др.

Ключевые слова: плоды барбариса обыкновенного, экстракт, насыщенные кислоты, ароматические соединения, пальмитиновая кислота, хлоргеновая кислота, фурфурол.

Е.А. Pilshchikova¹, А.А. Dremuk², А.К. Akhlebinin¹

Biologically active substances of common barberry berries

¹*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga*

²*ECC of the Ministry of Internal Affairs of Russia in Kaluga*

By methods of chromatography-mass spectrometry, proton magnetic resonance, ultraviolet and infrared spectroscopy, the analysis of methanol extract substances from common barberries was carried out. The results were compared with literature data and Internet resources. 12 biologically active substances have been identified, including saturated carboxylic acids (palmitic, undecanoic and dodecanoic acids), aromatic compounds (chlorogenic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid), cyclic compounds (furfural, glutaric anhydride), etc.

Key words: common barberry fruits, extract, saturated acids, aromatic compounds, palmitic acid, chlorogenic acid, furfural.

Berberis vulgaris L. – широко распространённое растение, плоды которого традиционно используются в народной медицине и пищевой промышленности. Современные исследования подтверждают, что ягоды барбариса характеризуются уникальным химическим составом: они содержат

значительные количества углеводов, алкалоидов [1,2], фенольных соединений, антоцианов, органических кислот, витаминов и микроэлементов [3, 8, 10, 11].

Биологически активные комплексы плодов *Berberis vulgaris* L. проявляют выраженную антимикробную [12], антиоксидантную [4], противовоспалительную, иммуномодулирующую [6], антидиабетическую [5], антихолинэстеразную и противоопухолевую активность [4]. Экстракт ягод барбариса обыкновенного, вероятно, можно использовать при лечении болезни Альцгеймера [4].

Целью работы являлось исследование наличия биологически активных веществ в ягодах барбариса обыкновенного.

Экстракты ягод барбариса обыкновенного получали путём непрерывной экстракции с помощью аппарата Сокслета. Ягоды массой 17 г обрабатывали 20 мл метанола.

Анализ экстрактов проводили на хроматографе «Хроматэк – Кристалл 5000.1» с масс-детектором. Полученная хроматограмма представлена на рисунке 1. Названия некоторых из обнаруженных вещества приведены в таблице 1.

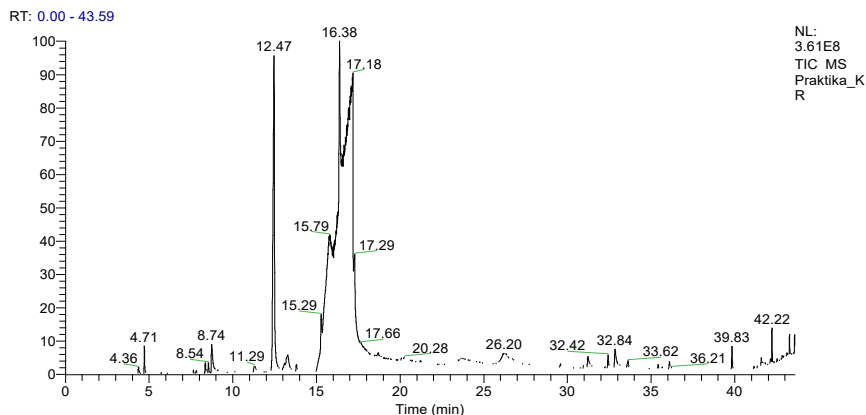


Рисунок 1 – Хроматограмма метанольного экстракта ягод барбариса обыкновенного

Хроматограмма получена на хромато-масс-спектрометре «Хроматэк–Кристалл 5000.2» с кварцевой колонкой CR–5ms (30м x 0,25мм). Температура термостата колонки первоначально поддерживалась на уровне 50 °С, затем повышалась на 5 °С/мин до 250 °С с задержкой в 1 мин, после

чего повышалась до 300 °С со скоростью 30 °С/мин. Температура инжектора поддерживалась на уровне 260 °С. В качестве газа–носителя использовали гелий с постоянной скоростью потока 1 мл/мин. Масс–спектры, полученные методом электронной ионизации, регистрировались при напряжении ионизации 70 эВ в диапазоне m/z 50-650 в режиме полного сканирования. Температура ионного источника и линии переноса составляла 250 °С и 270 °С соответственно.

Экстракт ягод барбариса обыкновенного исследовали с помощью УФ-спектроскопии, спектр представлен на рисунке 2.

Для этого экстракт в количестве 0,01 мл помещали в мерную колбу на 25 мл и доводили этанолом до метки. Затем снимали УФ-спектр в кювете толщиной 10,0 мм, в качестве раствора сравнения выступал этанол.

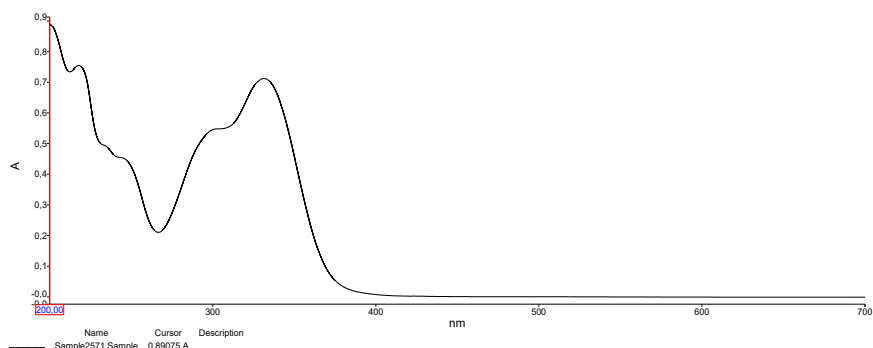


Рисунок 2 – УФ-спектр экстракта плодов барбариса в этаноле.

После экстрагирования на стенках экстрактора остались мелкие кристаллы. Их растворили в этаноле. Затем сняли УФ-спектр. В качестве раствора сравнения использовали этанол, толщина кюветы составила 10,0 мм. Получили спектр, представленный на рисунке 3.

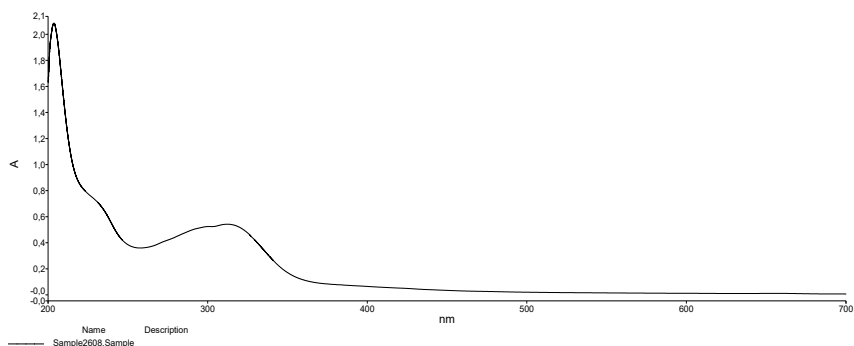


Рисунок 3 – УФ-спектр кристаллов из экстрактора в этаноле.

Исходный экстракт обработали н-гексаном. 10 мл гексана прилили к метанольному экстракту плодов барбариса обыкновенного и интенсивно встряхивали.

Полученный коллоидный раствор профильтровали, фильтрат упарили в вакууме. После удаления растворителя из гексана осталось масло зеленоватого цвета.

После удаления растворителя из метанольного экстракта барбариса осталось густое масло темно-коричневого цвета.

При исследовании масла зеленоватого цвета методом ИК-Фурье спектроскопии получился спектр, представленный на рисунке 4.

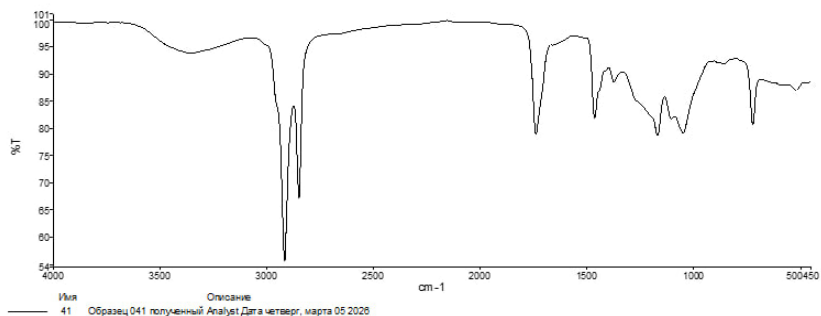


Рисунок 4 – ИК-спектр вещества, полученного из гексана.

При снятии УФ спектра в видимой области наблюдался малоинтенсивный максимум поглощения при 650 нм. Это же масло явилось объектом для исследования методом ЯМР.

1H NMR Spectrum Data:

Chemical Shift (ppm)	Integration
7.26	1.0000
6.50	1.0000
6.40	1.0000
6.30	1.0000
6.20	1.0000
6.10	1.0000
6.00	1.0000
5.90	1.0000
5.80	1.0000
5.70	1.0000
5.60	1.0000
5.50	1.0000
5.40	1.0000
5.30	1.0000
5.20	1.0000
5.10	1.0000
5.00	1.0000
4.90	1.0000
4.80	1.0000
4.70	1.0000
4.60	1.0000
4.50	1.0000
4.40	1.0000
4.30	1.0000
4.20	1.0000
4.10	1.0000
4.00	1.0000
3.90	1.0000
3.80	1.0000
3.70	1.0000
3.60	1.0000
3.50	1.0000
3.40	1.0000
3.30	1.0000
3.20	1.0000
3.10	1.0000
3.00	1.0000
2.90	1.0000
2.80	1.0000
2.70	1.0000
2.60	1.0000
2.50	1.0000
2.40	1.0000
2.30	1.0000
2.20	1.0000
2.10	1.0000
2.00	1.0000
1.90	1.0000
1.80	1.0000
1.70	1.0000
1.60	1.0000
1.50	1.0000
1.40	1.0000
1.30	1.0000
1.20	1.0000
1.10	1.0000
1.00	1.0000
0.90	1.0000
0.80	1.0000
0.70	1.0000
0.60	1.0000
0.50	1.0000
0.40	1.0000
0.30	1.0000
0.20	1.0000
0.10	1.0000
0.00	1.0000

13C NMR Spectrum Data:

Chemical Shift (ppm)	Integration
170.0	1.0000
160.0	1.0000
150.0	1.0000
140.0	1.0000
130.0	1.0000
120.0	1.0000
110.0	1.0000
100.0	1.0000
90.0	1.0000
80.0	1.0000
70.0	1.0000
60.0	1.0000
50.0	1.0000
40.0	1.0000
30.0	1.0000
20.0	1.0000
10.0	1.0000
0.0	1.0000

2D NMR Data:

Chemical Shift (ppm)	Integration
170.0	1.0000
160.0	1.0000
150.0	1.0000
140.0	1.0000
130.0	1.0000
120.0	1.0000
110.0	1.0000
100.0	1.0000
90.0	1.0000
80.0	1.0000
70.0	1.0000
60.0	1.0000
50.0	1.0000
40.0	1.0000
30.0	1.0000
20.0	1.0000
10.0	1.0000
0.0	1.0000

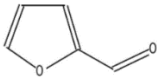
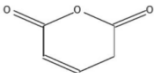
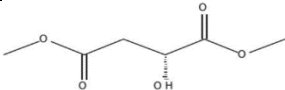
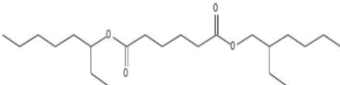
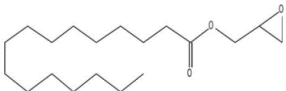
1H NMR Spectrum Data:

Chemical Shift (ppm)	Integration
7.26	1.0000
6.50	1.0000
6.40	1.0000
6.30	1.0000
6.20	1.0000
6.10	1.0000
6.00	1.0000
5.90	1.0000
5.80	1.0000
5.70	1.0000
5.60	1.0000
5.50	1.0000
5.40	1.0000
5.30	1.0000
5.20	1.0000
5.10	1.0000
5.00	1.0000
4.90	1.0000
4.80	1.0000
4.70	1.0000
4.60	1.0000
4.50	1.0000
4.40	1.0000
4.30	1.0000
4.20	1.0000
4.10	1.0000
4.00	1.0000
3.90	1.0000
3.80	1.0000
3.70	1.0000
3.60	1.0000
3.50	1.0000
3.40	1.0000
3.30	1.0000
3.20	1.0000
3.10	1.0000
3.00	1.0000
2.90	1.0000
2.80	1.0000
2.70	1.0000
2.60	1.0000
2.50	1.0000
2.40	1.0000
2.30	1.0000
2.20	1.0000
2.10	

Обсуждение результатов

Гексан, в отличие от метанола, является неполярным растворителем и используется для выделения липофильных соединений, таких, как жирные кислоты, масла и пигменты. Он позволяет разделить смесь веществ по полярности и получить отдельную жировую фракцию. Таким образом, использование метанола и гексана в комплексе обеспечивает более полное и селективное извлечение компонентов ягод барбариса.

Таблица 1 – Биологически активные вещества в плодах барбариса обыкновенного, найденные методом хромато–масс–спектрометрии

Формула	Название
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	н–гексадекановая кислота
	Фурфурол
	Глутаровый ангидрид
	Диметилмалат
	Диоктиладипат
	Глицидилпальмитат

Пальмитиновая кислота, обнаруженная при исследовании экстракта плодов барбариса обыкновенного, часто упоминается в других научных статьях. Это вещество обладает мембраностабилизирующим свойством и участвует в энергетическом обмене [11].

При исследовании УФ–спектра плодов барбариса обыкновенного на основании максимумов поглощения можно предположить наличие в экстракте гидроксикоричных кислот (хлорогеновой, кофейной).

Эти фенольные соединения [7, 9, 13] обладают выраженной антиоксидантной активностью, способствуют нейтрализации свободных радикалов и оказывают противовоспалительное действие.

В УФ-спектре кристаллического вещества наблюдаются максимумы, указывающие на присутствие α , β -ненасыщенной ароматической системы, характерной для гидроксикоричных кислот. Наиболее вероятно, что исследуемое вещество представляет собой п–кумаровую кислоту или феруловую кислоту, которые также относятся к группе фенольных соединений.

Анализ инфракрасного спектра позволяет сделать вывод о том, что выделенная из гексановой фракции субстанция содержит насыщенные жирные кислоты.

Из ПМР-спектра видно, что эта фракция – в основном смесь насыщенных кислот. Установить состав удалось по интенсивности сигналов интегральным методом. Основными компонентами смеси являются насыщенные жирные кислоты: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$ ундециловая кислота (ундекановая кислота), $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$ лауриновая кислота (додекановая кислота).

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Были изучены и обобщены материалы научных статей и источники интернет о методах исследования состава и биологической активности веществ из экстрактов плодов барбариса обыкновенного.

2. УФ-спектроскопия подтвердила наличие в ягодах барбариса большое количество ароматических соединений, таких, как хлоргеновая, феруловая, п-кумаровая и кофейная кислоты.

3. Методом ИК-спектроскопии показано наличие карбоновых кислот.

4. В результате анализа литературы и хромато-масс-спектрометрии в составе ягод барбариса установлено наличие 47 биологически активных органических веществ.

5. В гексановом экстракте методом ПМР спектроскопии обнаружена смесь лауриновой и ундекановой кислот.

Авторы благодарят Курочкину Г.И. и Глушко В.В. за снятие ПМР спектра.

Список литературы:

1. Васильева, Н.Н. Рост и плодоношение некоторых интродуцированных кустарников в дендрологическом саду Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Н.Н. Васильева. – Архангельск, 2013. – 19 с.
2. Жиленко, В.Ю. Товароведческая оценка плодов Барбариса обыкновенного и продуктов его переработки с целью повышения конкурентоспособности продукции / В.Ю. Жиленко, В.Н. Сорокопудов // Научный результат. – 2014. – С. 63-69.
3. Кароматов, И.Д. Лекарственное растение – барбарис / И.Д. Кароматов, Д. Рахматова // Биология и интегративная медицина. – 2019. №1. – С. 197-220.

4. Abd El-Wahab, A. E. In vitro biological assessment of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine: Antioxidants, anti-acetylcholinesterase, anti-diabetic and anticancer effects / Abd El-Wahab, A. E., Ghareeb, D. A., Sarhan, E. E. M., Abu-Serie, M. M. // BMC Complementary and Alternative Medicine. – 2013. № 13(1). – C. 218.
5. Ahmadi M. Effects of *Berberis vulgaris* fruit extract on oxidative stress status in the kidney and liver of diabetic rats / Ahmadi M., Hadjzadeh M. A., Rajaei Z. // J Complement Integr Med. – 2024. № 21(2). – C. 191-196.
6. Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Effects of Barberry(*Berberis vulgaris*) and Its Main Compounds / Rasool Nasiri Kalmarzi Seyyed Nima Naleini, Damoon Ashtary-Larky, Ilaria Peluso ,Leila Jouybari, Alireza Rafi, Fereshteh Ghorat, Nishteman Heidari, Faezeh Sharifian,Jalal Mardaneh, Paola Aiello, Sobhan Helbi, Wesam Kooti // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2019. №1. – C. 1-10.
7. Antioxidant capacity and chemical properties of selected barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits / Mustafa Özgen, Onur Saraçoğlu, Esmâ Nur Geçer // Horticulture, Environment, and Biotechnology. – 2013. №53. – C. 447–451.
8. Chemical characterization of *Berberis vulgaris* L. var. *asperma* edible berries / Maria Carmen S. Tan, Irving D. Chiong , Mary Stephanie S. Carranza , Regina M. Salmasan, Glenn G. Oyong // Malaysian Journal of Analytical Sciences. – 2018. № 22(4). – C. 579-585.
9. Kutakova, N.A. Phenolic compounds in barberry and wild rose fruits / Kutakova, N.A., Morozkova I. A., Vasiljeva N. N., Bashkina I. E., Aleksandrova Yu. V. // Лесной журнал. – 2019, № 5. – C. 115-123.
10. Levent Nuralin *Berberis Vulgaris* Fruit: Determination of Phenolic Compounds in Extracts Obtained by Supercritical CO₂ and Soxhlet Methods Using HPLC / Levent Nuralin, Metin Gürü // Food Analytical Methods. – 2022. – №15. – C. 877-889.
11. Lipids and sterol from *Berberis vulgaris* L. var. *Asperma* / Consolacion Y. Ragasa, Virgilio D. Ebajo Jr.1, Maria Carmen S. Tan1, Glenn Oyong, Robert Brkljača, Sylvia Urban // Der Pharmacia Lettre. – 2015. №7 (12). – C. 183-186.
12. Maryam Kazemipoor Chemical composition and antibacterial activity of *Berberis vulgaris* (barberry) against bacteria associated with caries / Maryam Kazemipoor, Pooya Fadaei Tehrani, Hengameh Zandi, Reza Golvardi.
13. Phenolic Contents, Organic Acids, and the Antioxidant and Bio Activity of Wild Medicinal *Berberis* Plants- as Sustainable Sources of Functional Food / Liu Yang, Zhenyuan Zhang, Xiaoying Hu, Lixin You, Raja Asad Ali Khan, Yan Yu // Molecules. – 2022. – №27. – C. 1-15.

Е.В. Приходько, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова
Экспертная оценка лекарственных препаратов, содержащих
ацетилсалициловую кислоту

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Проведено качественное и количественное химическое исследование фармацевтических препаратов, одним из действующих веществ которых выступает ацетилсалициловая кислота. Для экспертной оценки выбранных препаратов был применены методы тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии. Количественное определение ацетилсалициловой кислоты проводили методом денситометрии в программе «МультихромПланар» с использованием серии калибровочных растворов различной концентрации, а также построением градуировочной характеристики. Примесь салициловой кислоты определялась методом спектрофотометрии.

Ключевые слова: тонкослойная хроматография, хроматографический профиль, ацетилсалициловая кислота, лекарственные препараты.

E.V. Prikhodko, E.A. Larionov, V.M. Larionova
Expert evaluation of medicinal products containing acetylsalicylic acid
Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

A qualitative and quantitative chemical study of pharmaceutical products containing acetylsalicylic acid as an active ingredient was conducted. Thin-layer chromatography and spectrophotometry were used for the expert evaluation of the selected products. The quantitative determination of acetylsalicylic acid was performed using densitometry in the "Multichrom Planar" software, with the use of a series of calibration solutions of different concentrations and the construction of a calibration curve. The salicylic acid impurity was determined by spectrophotometry.

Key words: thin-layer chromatography, chromatographic profile, acetylsalicylic acid, pharmaceuticals.

Введение

Лекарственные препараты, содержащие ацетилсалициловую кислоту в качестве основного действующего вещества, находят широкое применение в медицинской практике. Достоинством таких средств является доступность

и высокая эффективность. Значительная часть препаратов на основе ацетилсалициловой кислоты разрабатывается для лечения и профилактики риска сердечно-сосудистых заболеваний, устранения симптомов боли и воспаления. Также происходит разработка и создание лекарственных средств комбинированного действия, сочетающих в себе несколько фармакологически активных веществ [1-3].

Повышенный спрос на эффективные фармакологические препараты приводит не только к расширению масштаба их изготовления, а также к учащению случаев фальсификации или нарушению условий производства. Это проявляется в замене одного действующего вещества другим, изменению состава вспомогательных веществ, использовании субстанций ненадлежащего качества, нарушении технологии производства или истечении срока хранения. Совокупность этих факторов приводит к тому, что препараты, изначально предназначенные для эффективного лечения или профилактики заболеваний, становятся потенциально опасными для человека [1].

Учитывая активное использование ацетилсалициловой кислоты в медицине и фармации, интерес представляет расширение количества методов, применяемых для определения действующего вещества в лекарственных средствах. К основным быстрым и эффективным методам, реализующим поставленные задачи, можно отнести тонкослойную хроматографию, обеспечивающую возможность качественного и количественного анализа [4-5].

Целью настоящей работы являлась оценка качественного и количественного содержания ацетилсалициловой кислоты, входящей в состав лекарственных препаратов «Ацетилсалициловая кислота», «Аскофен П», «Кофицил-Плюс», «Цитрамон П».

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования были выбраны следующие лекарственные препараты:

1. «Ацетилсалициловая кислота» производителя АО «Фармстандарт». Действующее вещество – ацетилсалициловая кислота, с количественным содержанием 500 мг в одной таблетке.

2. «Аскофен П» производителя ОАО «Фармстандарт-Лексредства» включает три действующих вещества: ацетилсалициловая кислота (200 мг), парацетамол (200 мг), кофеин (40 мг) в одной таблетке.

3. «Кофицил-Плюс» производителя ОАО «Фармстандарт-Лексредства», согласно инструкции, содержит несколько активных веществ

в одной таблетке: ацетилсалициловая кислота (300 мг), парацетамол (100 мг), кофеин (50 мг).

4. «Цитрамон П» производителя ОАО «Фармстандарт-Лексредства» содержит три действующих вещества в одной таблетке: ацетилсалициловая кислота (240 мг), парацетамол (180 мг), кофеин (27,45 мг).

В качестве образца сравнения был использован коммерчески доступный препарат «Паратерм»

Качественное определение ацетилсалициловой кислоты проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинках Sorbfil ПТСХ-П-В-УФ с использованием в качестве элюента различных систем растворителей. Наилучшие хроматографические профили исследуемых объектов были получены в системе бензол:этанол:триэтиламин 8:2:1 (см. рис. 1).

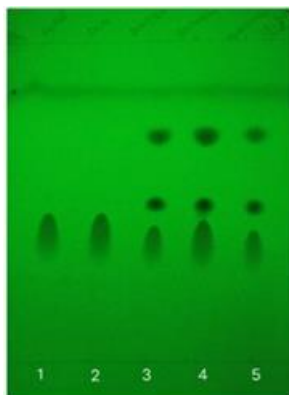


Рисунок 1 – Хроматографические профили лекарственных препаратов «Ацетилсалициловая кислота» (2), «Аскофен П» (3), «Кофицил-Плюс» (4), «Цитрамон П» (5) и образца сравнения (1), полученные в системе бензол:этанол:триэтиламин 8:2:1 на пластинках Sorbfil ПТСХ-П-В-УФ при просмотре в УФ-свете (254 нм).

Зоны адсорбции обнаруживались по гашению люминесценции. Для обнаруженных зон адсорбции рассчитывался показатель хроматографической подвижности R_f . Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Хроматографическая подвижность зон адсорбции веществ, содержащихся в лекарственных препаратах «Ацетилсалициловая кислота», «Аскофен П», «Кофицил-Плюс», «Цитрамон П» и образца сравнения на пластинках Sorbfil ПТСХ-П-В-УФ в системе бензол:этанол:триэтиламин 8:2:1 в УФ-свете 254 нм.

Исследуемый объект	Количество зон адсорбции	Значение R_f
Паратерм (образец сравнения)	1	0,49
Ацетилсалициловая кислота	1	0,49
Аскофен П	1	0,82
	2	0,56
	3	0,48
Кофицил-Плюс	1	0,82
	2	0,56
	3	0,49
Цитрамон П	1	0,92
	2	0,56
	3	0,48

Количественное определение ацетилсалициловой кислоты в препаратах проводили методом денситометрии с использованием программы «МультиХром Планар». Для построения градуировочного графика готовили серию градуировочных растворов из образца сравнения в концентрациях 35, 40, 45, 50 мг/мл.

На хроматографическую пластинку марки Sorbfil ПТСХ-П-В-УФ в количестве 2 мкл наносили градуировочные растворы, а также растворы исследуемых объектов. Проводили элюирование в хроматографической камере, насыщенной парами системы растворителей состава бензол:этанол:триэтиламин 8:2:1. После этого пластину вынимали, отмечали фронт растворителя, высушивали и просматривали в УФ-свете при 254 нм. Затем хроматограмму фотографировали и приступали к обработке в программе «МультихромПланар».

Коэффициент корреляции полученного градуировочного графика отражал его линейность, и составил 0,9972. Далее, с использованием

графика, находили количественное содержание ацетилсалициловой кислоты для каждого исследуемого объекта.

Согласно требованиям ОФС.3.1.0009.18 ГФ XIV содержание ацетилсалициловой кислоты в таблетках «Ацетилсалициловой кислоты» должно быть не менее 90% и не более 110% от заявленного количества.

Результаты количественного определения ацетилсалициловой кислоты сочетанием методов тонкослойной хроматографии и денситометрии для всех исследованных препаратов свидетельствуют о содержания действующего вещества (ацетилсалициловой кислоты) диапазону концентраций 90-110 % от заявленного количества производителями.

Несмотря на соответствие количественного содержания ацетилсалициловой кислоты в исследованных лекарственных препаратах, актуальным остаётся вопрос определения сопутствующих веществ, а также продуктов распада ацетилсалициловой кислоты, например, салициловой кислоты.

Наличие в готовой лекарственной продукции продуктов разложения может быть связано с несоблюдением технологии изготовления, а также нарушением условий хранения. Приём таких лекарственных препаратов может привести к неблагоприятным последствиям для организма, поэтому очень важно провести оценку соответствия исследуемых объектов содержанию примесей в них.

Согласно ОФС.3.1.0009.18 ГФ XIV издания содержание примеси салициловой кислоты в таблетках «Ацетилсалициловой кислоты» не должно превышать 0,3%.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что содержание салициловой кислоты во всех исследуемых препаратах не превышает указанное выше значение. Максимальное количество примеси было найдено в препарате «Аскофен П» и составило 0,09%, минимальное – в препаратах «Ацетилсалициловая кислота» и «Кофицил-Плюс» – 0,01% соответственно.

Выводы

1. Подобран элюент для оптимального хроматографического разделения компонентов исследуемых объектов состава: бензол:этанол:триэтиламин 8:2:1.

2. Количественное содержание ацетилсалициловой кислоты в лекарственных препаратах «Ацетилсалициловая кислота», «Аскофен П», «Кофицил-Плюс» и «Цитрамон П», определённое методом тонкослойной

хроматографии, укладывается в диапазон 90-110% от заявленного производителем количества.

3. Метод тонкослойной хроматографии с обработкой полученных хроматограмм в программе «МультихромПланар» подходит для качественной и количественной оценки содержания действующего вещества в лекарственных средствах и может быть использован в целях контроля качества фармацевтических препаратов.

Список литературы:

1. Анализ фармацевтического рынка ацетилсалициловой кислоты: оригинальные препараты и дженерики / П.А. Ямпольская, А.М. Ханданян, Т.А. Бредихина, С.С. Попов // Актуальные вопросы современной фармации: Сборник трудов II межрегиональной студенческой научно-практической конференции по результатам научно-исследовательской работы, выполненной в рамках производственной практики, Воронеж, 23-25 мая 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, 2023. – С. 166-174.
2. Музалева (Никитина), Н.В. Сравнительное изучение противовоспалительной активности твердых лекарственных форм (порошков, таблеток, гранул) включающих ацетилсалициловую кислоту и аскорбиновую кислоту / Н.В. Музалева (Никитина), В.Е. Погорелый // Материалы 46-й региональной конференции по фармации и фармакологии, Пятигорск, 17–21 июня 1991 года. – Пятигорск: Издательство Пятигорского фармацевтического института, 1991. – С. 60.
3. Анальгетические и противовоспалительные эффекты ацетилсалициловой кислоты: физиологические механизмы / И. В. Черетаев, Д.Р. Хусаинов, Е.Н. Чуян [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72), № 1. – С. 197-219. – DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-1-197-219.
4. Тыжигирова, В.В. Разработка методик идентификации комбинированных лекарственных препаратов «Цитрамон П» и «Аскофен П2» методом тонкослойной хроматографии / В. В. Тыжигирова, Т. О. Литвиненко // Инновационные технологии в фармации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доцента Пешковой В.А., Иркутск, 20 июня 2018 года / Министерство здравоохранения Российской Федерации, ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России. Том (Выпуск) 5. – Иркутск: Иркутский государственный медицинский университет, 2018. – С. 128-131.

5. Ларионова, В.М. Исследование обезболивающих лекарственных средств методом планарной хроматографии / В.М. Ларионова, С.М. Мамонова, Е.А. Ларионов // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского: материалы докладов, Калуга, 13-14 апреля 2022 года. – Калуга: ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э.Циолковского», 2022. – С. 259-262.

С.О. Пустовит, В.М. Ларионова, В.Ю. Степанова
Организационно-технические особенности работы с 3D-моделями
при освоении студентами химических дисциплин
в голографическом классе

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В публикации рассматриваются некоторые особенности интеграции 3D-моделей, создаваемых при освоении студентами химических дисциплин, с программным обеспечением голографического класса. На конкретных примерах показаны отдельные приёмы экспорта трёхмерных объектов, созданных вручную в программе «Blender» и средствами искусственного интеллекта, совместимых с программами для их просмотра и демонстрации.

Ключевые слова: голографический класс, образовательный процесс, 3D-моделирование, трёхмерные модели по химии, цифровые образовательные ресурсы.

S.O. Pustovit, V.M. Larionova, V.Ju. Stepanova
Organizational and technical features of working with 3D models
when students master chemical disciplines
in a holographic classroom

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The publication discusses some features of the integration of 3D models created when students master chemical disciplines with the software of the holographic classroom. Specific examples show individual techniques for exporting three-dimensional objects created manually in the Blender program and using artificial intelligence tools compatible with programs for viewing and demonstrating them.

Key words: holographic classroom, educational process, 3D modeling, three-dimensional chemistry models, digital educational resources.

При изучении химических дисциплин, особенно в начале освоения учебных курсов, у студентов часто возникают сложности с пониманием особенностей абстрактных понятий, объектов макромира и планированием химического эксперимента. Поэтому чаще всего в качестве наглядной основы для обеспечения решения данных задач в образовательном процессе применяются соответственно 2D-изображения различного качества

или видеозаписи компьютерного эксперимента. В результате у обучающихся затруднено формирование целостных образов объектов химической науки. В связи с этим актуальным является включение в познавательную деятельность студентов современных дидактических средств, позволяющих работать с трёхмерными объектами, обладающими свойством интерактивности. Применение виртуальной реальности как одного из средств обучения позволяет студентам выявлять особенности структуры объектов при создании их 3D-моделей [1]. Демонстрации трёхмерных моделей с передачей объёмного стереоэффекта возможно в голографическом классе [2]. С одной стороны, ресурсы голографического класса предоставляют широкие возможности для создания и обращения с интерактивными трёхмерными моделями при обучении химии. С другой стороны, организация познавательной деятельности студентов на основе манипулирования с 3D-моделями связана с рядом ограничений, среди которых, для преподавателя, в первую очередь, следует отметить организационно-технические аспекты работы в данном классе. Поэтому важной задачей, которую необходимо решать при исследовании актуальной проблемы создания цифровых образовательных ресурсов по химии на основе 3D-моделирования, является соблюдение соответствующих организационно-технических условий.

В составе комплекта голографического класса разработчиками поставляется коллекция «готовых» трёхмерных моделей объектов изучения различных наук, включая химию. В данном отношении хорошей наглядностью отличаются, как модели молекул и кристаллических решёток, так и симуляций на основе химического эксперимента, представленные в составе программного обеспечения. Студенты имеют возможность вращать и изменять масштаб 3D-моделей, просматривая их при помощи специализированных очков. Однако при более внимательном обращении к особенностям данных моделей выявляются отдельные неточности в представлении некоторых объектов микромира. Например, наряду с шаростержневыми моделями отдельных молекул в пределах одной сцены могут присутствовать модели, не отражающие реальное расположение химических связей и атомов. Причина состоит в том, что разработчиками осуществлен механический перенос молекулярной формулы вещества в пространство с заменой атомов химических символов элементов на сферы как условное обозначение атомов химических элементов без учёта геометрии молекул, описываемой в рамках различных теорий строения веществ. В результате у студентов складываются искажённые представления

о пространственном строении отдельных веществ. Подобные неточности также присутствуют в различных примерах трёхмерных объектов. Поэтому в условиях недостаточного количества моделей, необходимых для изучения химических дисциплин, и наличия искажений геометрии некоторых молекул, возможным вариантом является разработка собственного образовательного содержания цифровых образовательных ресурсов нового поколения.

Создание 3D-моделей предполагает от преподавателя владение приёмами работы в специализированных программах. В результате требуется дополнительное обучение на курсах повышения квалификации / переподготовки или самообучение с использованием бесплатных видеоуроков, которые можно найти в интернете [4]. Значительная часть курсов по 3D-моделированию разработана организациями, осуществляющими дополнительное профессиональное образование, и рассчитана на большой объём времени на их освоение. Большинство видеоуроков, к которым имеется свободный доступ в Интернете, ориентировано на пользователей, уже имеющих основы работы в компьютерных программах, поскольку в них обычно отсутствует системность в освоении приёмов работы в специализированных программах. Формируемые при этом умения являются разрозненными и в дальнейшем ограничивают самообучение применением единичных конкретных приёмов работы. Поэтому нужно тщательно отбирать подходящие варианты обучения, исходя из целей освоения интерфейса и функционала компьютерной программы. Для 3D-моделирования молекул веществ и лабораторных установок по химии достаточно освоить приёмы создания объектов простой формы и способы нанесения материалов с настройкой их отдельных характеристик. Для этого достаточно выполнить несколько заданий видеоуроков, включающих формирование представлений о режимах работы, полигональном и процедурном моделировании, а также основах работы с простыми материалами [5].

Практически все программы, предоставляющие возможности для создания качественного контента (содержания) цифровых образовательных программ, являются платными и узкоспециализированными. На их фоне выгодно отличается программа «Blender», которая не имеет ограничений для распространения (программа имеет открытый код). Кроме того, в интернете пользователи постоянно размещают видеозаписи с демонстрацией приёмов соответствующей работы при 3D-моделировании. На их основе преподаватель имеет возможность

подробнее изучить организационно-технические особенности работы в данной программе.

Программа «Blender» может быть установлена на домашнем персональном компьютере или ноутбуке преподавателем и при желании – студентом. Альтернативой является запуск программы из архива без установки соответствующего программного обеспечения. Тогда в случае необходимости программа запускается в начале работы и удаляет все временные файлы программы после её закрытия. Оба варианта работы являются работоспособными.

Разработки программы «Blender» постоянно обновляют версии программного обеспечения. Периодически необходимо обновлять версии программы, которые претерпевают изменения в сторону оптимизации работы. При этом при необходимости пользователем на компьютере могут быть установлены одновременно несколько версий программы, не вызывающие конфликта в работе компьютера. Обновленные версии могут предоставлять новые возможности. Например, версия 4.3 позволила включать в сцену файла трёхмерные модели, сгенерированные искусственным интеллектом и сохранённые в формате, совместимом с программой «Blender». Предыдущие версии программы такими возможностями не обладала. В настоящее время доступна для скачивания версия программы 5.0.

Для работы в программе «Blender» при моделировании простых объектов химической науки (атомы, молекулы, кристаллические решётки, химическая посуда и оборудование) необходимо применять около 16-20 «горячих» клавиш или их сочетаний, что не представляет большой сложности для пользователя компьютера. Сразу запоминать их нет необходимости. По мере 3D-моделирования данные инструменты применяются повторно и многократно, поэтому осваиваются пользователем достаточно быстро.

Говоря о совместимости форматов 3D-моделей также следует отметить, что голографическая система класса производства NettleDesk «читает» файлы в следующий форматах: .fbx, .gltf, .obj, .stl, .ply, .3mf, .zip [2]. Поэтому после сохранения файлов в программе «Blender» (формат – .blend) необходимо произвести экспорт (сохранение) файла в формат, совместимый с голографической системой. Например, в отношении программы «Blender» можно выбрать форматы: .obj, .glb и .ply. К сожалению, не все из указанных форматов адекватно отражают трёхмерные модели при их просмотре с помощью стереочков. Исходя из собственного опыта, лучше всего

применять форматы .obj, и .glb для отображения станичных объектов и .ply – для просмотра симуляций. В некоторых случаях 3D-модели отражают не все материалы объекта, искажаются в формах, «рассыпаются» на отдельные точки. Одна из причин – отсутствие материала, не нанесённого при моделировании на объект. Если объект должен быть белого цвета и в программе исходно именно так и выглядит, материал всё равно нужно создать для объекта и придать ему белый цвет.

При создании 3D-моделей средствами искусственного интеллекта, например, «Trellis» [5] в качестве формата следует выбрать тип .glb, который открывает значительное число компьютерных программ, предназначенных для моделирования и просмотра готовых объектов. Объекты, созданные посредством искусственного интеллекта, имеют высокую полигональность (большое число плоскостей небольшого размера), что затрудняет их редактирование в специализированных программах. Лучше пробовать создавать новые варианты моделей, чем исправлять «артефакты».

В завершение отметим, что специализированные программы по химии, распространяемые бесплатно и предназначенные для создания молекул веществ, например, «ChemSceth» и «IsisDraw», позволяют сохранять трёхмерные модели в форме плоского рисунка (2D-изображения) или форматах, которые несовместимы с голографической системой класса. Данная причина делает невозможным перенос «готовой» продукции для просмотра со стереоэффектом. Однако изображения моделей молекул, сформированные автоматически в указанных программах, могут быть применены для создания референса (картинки-образца) для создания 3D-моделей в программе «Blender».

Таким образом, при решении образовательных задач демонстрация «готовых» 3D-моделей и создание собственных цифровых образовательных ресурсов в голографическом классе требует учёта ряда организационно-технических особенностей работы, включая следующие, наиболее существенные, на наш взгляд: установка компьютерных программ, дополняющих и расширяющих возможности голографического класса; изучение особенностей программного обеспечения голографического класса; обучение и самообучение преподавателя работе в голографическом классе и применению компьютерной программы для 3D-моделирования.

Список литературы:

1. Апольских, Е.И. 3D моделирование в образовании / Е.И. Апольских, Е.В. Лобанцова // Педагогическое образование на Алтае. – 2014. – № 1. – С.

- 117-119. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21446943> (дата обращения: 28.06.2025).
2. Голографический класс NettleDesk. – URL: <https://nettledesk.ru> (дата обращения: 28.06.2025).
3. Уроки Blender с нуля. Основы программы Blender для начинающих. – URL: <https://rutube.ru/video/4845cb87a983020bb7dae6f682d897ce/> (дата обращения: 28.06.2025).
4. Шапошникова, С. Введение в Blender-курс. Мая 2024. – 100 с. [Учебное пособие] / С. Шапошникова. – URL: <https://younglinux.info/blender/course> (дата обращения: 25.06.2025).
5. Trellis. – URL: <https://huggingface.co/spaces/JeffreyXiang/TRELLIS> (дата обращения: 28.06.2025).

А.А. Савина, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова

Экспертная оценка препаратов на основе пустырника

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В настоящей работе проводилась исследование препаратов на основе пустырника методами гравиметрии, окислительно-восстановительного титрования, тонкослойной хроматографии, качественными реакциями. Проведённые эксперименты позволили сравнить содержание в них восстанавливающих и фенольных соединений. Полученный хроматографический профиль указывает на схожесть и различие по компонентам между различными лекарственными формами.

Ключевые слова: препараты на основе пустырника, тонкослойная хроматография, окислительно-восстановительное титрование, гравиметрия.

A.A. Savina, E.A. Larionov, V.M. Larionova

Expert Evaluation of Motherwort-Based Preparations

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

In this study, motherwort-based preparations were studied using gravimetry, redox titration, thin-layer chromatography, and qualitative reactions. The experiments allowed us to compare the content of reducing and phenolic compounds. The resulting chromatographic profile indicates similarities and differences in components between the various dosage forms.

Key words: motherwort-based preparations, thin-layer chromatography, redox titration, gravimetry.

Введение

В последние годы растущий интерес к фитотерапии и поиску более безопасных альтернатив синтетическим препаратам усилил внимание к лекарственным средствам на основе пустырника. Благодаря седативному, кардиотоническому и спазмолитическому действию пустырник широко применяется при функциональных нарушениях нервной и сердечно-сосудистой систем.

Разнообразие лекарственных форм, составов и производителей делает необходимой экспертную оценку качества, эффективности и безопасности таких препаратов, а также проверку их соответствия фармакопейным требованиям.

Пустырник содержит широкий спектр биологически активных веществ, среди которых флавоноиды, органические кислоты, дубильные вещества, витамины и другие соединения, определяющие его фармакологическую активность.

Целью настоящей работы является исследование нескольких торговых марок лекарственных препаратов и биологически активных добавок, полученных из пустырника химическими и физико-химическими методами. Совокупность примененных методов и методик может быть использована для проведения сравнительных исследований объектов растительного происхождения при проведении экспертных исследований [1, 2, 3].

Материалы и методы исследования, экспериментальная часть

В качестве объектов исследования были использованы (рис. 1): трава пустырника – объекты №1 и №2; настойка пустырника – объект №3; экстракт пустырника в капсулах – объекты №4 и №5; порошок травы пустырника в таблетках – объект №6; экстракт травы пустырника в таблетках – объект №7.



Рисунок 1 – Вид упаковок объектов исследования №1, №2, №3, №4, №5, №6 и №7

Определение количества экстрактивных веществ в исследуемых объектах на основе пустырника

При проведении гравиметрического анализа использовались разные методики, что обусловлено разнообразием лекарственных форм исследуемых препаратов.

1. Настойка пустырника (объект №3). Сухой остаток определяли по фармакопейной статье ФС.1.4.1.0019.15 «Настойки», на которую ссылается ФС.3.4.0007.18 «Пустырника травы настойка».

2. Трава пустырника (объекты №1 и №2). Содержание экстрактивных веществ определяли по ОФС.1.5.3.0006.15 «Определение содержания экстрактивных веществ...», указанной в ФС.2.5.0034.15 «Пустырник трава».

3. Таблетки и капсулы (объекты №4-7). Потерю в массе при высушивании определяли по ОФС.1.2.1.0010.15 «Потеря в массе при высушивании».

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты гравиметрического анализа, проведённого для различных лекарственных форм на основе пустырника

ОФС.1.5.3.0006.15 «Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах»	
Номер объекта	Массовая доля экстрактивных веществ, %
1	20,17
2	21,65
ФС.1.4.1.0019.15 «Настойки»	
Номер объекта	Сухой остаток, %
3	2,37
ОФС.1.2.1.0010.15 «Потеря в массе при высушивании»	
Номер объекта	Содержание влаги, %
4	8,51
5	5,59
6	5,32
7	8,35

Определение содержания восстанавливающих соединений в экстрактах

Для проведения сравнительного исследования по содержанию восстанавливающих соединений за основу была взята методика патента 2170930 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/50 (2006.01), G 01 N 33/52 (2006.01) «Способ определения антиокислительной активности», Т.В. Максимова, И.Н. Никулина, В.П. Пахомов и [др.] [4]. Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Антиокислительная активность экстрактов исследуемых объектов на основе пустырника

№ объекта	Объем экстракта, пошедший на титрование, мл	Показатель антиокислительной активности экстракта (В), мг/мл
1	$1,38 \pm 0,04$	0,1812
2	$1,23 \pm 0,04$	0,2033
3	$0,44 \pm 0,04$	0,5681
4	$2,02 \pm 0,05$	0,1238
5	$4,25 \pm 0,04$	0,0588
6	$3,42 \pm 0,04$	0,0731
7	$3,77 \pm 0,05$	0,0663

Большее количество восстанавливающих соединений содержится в настойке пустырника (объект №3), а также пустырника трава (объекты №1 и №2).

Исследование методом тонкослойной хроматографии

Экстракты объектов №1, №2, №4, №5, №6 и №7 готовили по методике, описанной в ФС.2.5.0034.15 «Пустырника трава» [4]. Объект №3 наносили на пластинки без предварительной подготовки.

В качестве элюента использовали систему бензол–этанол–триэтиламин (БЭТ) в соотношении 9:1:1. Хроматограммы просматривали в дневном свете и при облучении УФ светом (365 нм) без применения проявляющих реактивов. По отмеченным зонам адсорбции рассчитывали значения R_f.

Номера треков на хроматограмме соответствуют номерам объектов исследования (рис. 2).

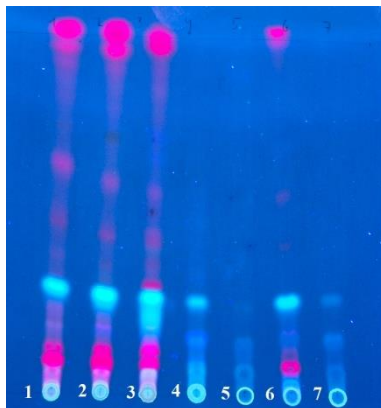


Рисунок 2 – Хроматографические профили исследуемых объектов на основе пустырника, полученные в системе бензол-этанол-триэтиламин (9:1:1) и обнаружение в УФ-свете (365 нм): экстракты №1, №2, №4, №5, №6, №7, настойка пустырника – объект №3).

Объект №1 и соответствующий ему трек №1 использовались как образец сравнения для всех остальных образцов.

По количеству зон адсорбции, их хроматографической подвижности и цвету флуоресценции треки объектов №2 и №3 наиболее близки к треку объекта №1. При этом у объекта №2 появляется тёмная зона с $R_f = 0.64$, отсутствующая у других образцов, а у объекта №3 – красная зона с $R_f = 0.26$, имеющаяся только у данного объекта.

Объекты №4, №5, №6 и №7 демонстрируют сходство между собой и лишь частичное совпадение с объектом №1 – главным образом по зонам с голубой флуоресценцией с $R_f = 0.07$, 0.14 и 0.24 . У объекта №6 дополнительно присутствуют две красные зоны ($R_f = 0.07$ и $R_f = 0.89$), которые также имеется у объектов №1, №2 и №3.

Таким образом, состав объектов №4, №5, №6 и №7 отличаются от состава объектов №1, №2 и №3. Наиболее вероятная причина – наличие вспомогательных веществ в составе таблеток и капсул, что снижает долю основного компонента – сухого экстракта пустырника.

Выводы

1. Объекты №1, №2 и №3 наиболее близки по составу и содержанию действующих веществ.

2. Наиболее информативный метод, позволяющий качественно сравнивать содержание веществ в объектах растительного происхождения, является метод тонкослойной хроматографии. Однако использование других аналитических методов позволяют получать дополнительную информацию об объектах, и, следовательно, более полно характеризовать объекты.

Список литературы:

1. Козлова, Е.М. Исследование ТСХ-профилей красного молотого перца различных производителей / Е.М. Козлова, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Высокие технологии и научное естествознание: Сборник научных статей. – Санкт-Петербург: ООО «ИНТРО», 2025. – С. 143-151.

2. Рябой, Е.А. Исследование гриба *Cantharellus cibarius* и препаратов на его основе методами ТСХ, микроскопии, титриметрии, гравиметрии и УФ-спектроскопии / Е.А. Рябой, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского: Материалы Седьмых Калужских университетских чтений, Калуга, 09–10 апреля 2025 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2025. – С. 185-193.

3. Самсонова, Д.П. Исследование гриба *Cordyceps militaris* и биологически активных добавок, изготовленных на его основе, методами ТСХ, УФ-спектроскопии и гравиметрии / Д.П. Самсонова, Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки: Сборник материалов Шестых Калужских университетских чтений, Калуга, 10-11 апреля 2024 года. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2024. – С. 157-161.

4. Патент № 2170930 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/50, G01N 33/52. Способ определения антиокислительной активности: № 2000111126/14: заявл. 05.05.2000: опубл. 20.07.2001 / Т.В. Максимова, И.Н. Никулина, В.П. Пахомов [и др.]; заявитель Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова.

Ю.В. Тесник

Историко-научный материал на уроках химии

ГАОУ КО «Центр Развитие», СП «Региональный центр выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, г. Калуга

В статье обосновывается необходимость включения исторических сюжетов в преподавание химии в школе. Анализируются функции, формы историко-научного материала, рассматриваются конкретные методические приёмы.

Ключевые слова: история химии, историко-научный материал по химии, химическое образование.

Yu.V. Tesnik

Historical and scientific material in chemistry lessons

SAU KO "Center for Development", SP "Regional Center for Identification, Support and Development of Abilities and Talents in Children and Youth, Kaluga

The article substantiates the need to include historical subjects in the teaching of chemistry at school. The functions and forms of historical and scientific material are analyzed, and specific methodological techniques are considered.

Key words: history of chemistry, historical and scientific material on chemistry, chemical education.

Химия в школьном курсе часто воспринимается учащимися как «сухая» наука, состоящая из формул, уравнений и алгоритмов решения задач. Имена учёных, упомянутые в начале параграфа, обычно остаются за пределами внимания. Между тем, именно историко-научный материал способен превратить химию из набора готовых истин в живой процесс познания, показать ученику, как рождались, боролись и побеждали научные идеи [1]. Историко-научный материал на уроках химии – не роскошь и не развлечение. Он решает ключевые задачи современного образования: формирует не репродуктивное, а понимающее мышление; создаёт образ науки как живого, драматичного и благородного дела; повышает мотивацию и помогает преодолеть страх перед абстракциями [2]. При грамотной

дозировке и умелом выборе форм история химии становится мощным дидактическим инструментом, а не балластом.

Историко-научный материал по химии – совокупность сведений о возникновении, развитии и смене химических знаний, включая биографии учёных, историю открытий, развитие теорий и экспериментальных методов, используемая в обучении для понимания логики науки и повышения мотивации [3]. Иными словами, историко-научный материал по химии – это имена великих химиков, это и факты из их биографии, в том числе и курьёзные случаи из их жизни, это и история открытия химических элементов, веществ, законов, правил, формул, а также тривиальные названия веществ, «именные реакции» и «именная химическая посуда, приборы и установки». В химии истории много! И это очень интересная, отдельная глава химии.

Историко-научный материал по химии – это не просто «рассказы о старых учёных». Это дидактический инструмент, который показывает: как рождаются научные идеи, почему одни теории сменяют другие, какой ценой добываются знания, как химия связана с историей, философией и практикой. Он превращает химию из набора готовых формул в живой процесс познания, понятный и интересный ученику [4].

Историко-научный материал можно классифицировать по форме подачи: устные формы (вербальные), письменные (текстовые), наглядные (визуальные), интерактивные (игровые и деятельностные), демонстрационные (опыты и предметы), цифровые (мультимедийные), комбинированные (смешанные). У каждого учителя среди примеров форм внутри этой классификации есть свои более удобные формы, которые используются на уроках. Например, рассказ о биографии учёного или случае из его жизни, об открытии веществ, о химической установке и т.п., загадка про химический элемент, вещество, учёного или лабораторную посуду и т.п., «продолжи историю», краткое информирование об учёном, в честь которого названа реакция, вещество, лабораторная посуда и т.п., просмотр видеофрагмента, работа с первоисточниками, творческое задание, например, письмо от имени учёного, и другие. Форма подачи историко-научного материала в химии варьируется от простого устного рассказа до сложного цифрового кейса. Главное – чтобы форма соответствовала цели и не затмевала само химическое содержание, а помогала его осмыслению.

Историко-научный материал может эффективно использоваться на всех этапах урока – от организационного момента до домашнего задания. Самая главная цель его внедрения в урок – это повышение мотивации

учащихся к изучению химии. На организационном этапе, например, можно использовать научный эпиграф, афоризм учёного, факт дня, демонстрацию портрета; на этапе проверки домашнего задания – загадку «Узнай учёного/реакцию/вещество», загадку «Да-нет-ку»; на этапе актуализации знаний – проблемный вопрос, загадку «Угадай вещество/элемент»; на этапе изучения нового – исторический эксперимент, рассказ-драматизация, лента времени, работа с первоисточником; на этапе первичного закрепления – «исторический след», «Найди ошибку», историческая задача, сопоставление «учёный-открытие», «учёный-реакция»; на этапе рефлексии – «Незаконченное предложение», синквейн; при выполнении домашнего задания - письмо от учёного, лента времени, кроссворд.

Отдельной формой историко-научного материала являются видеосюжеты, короткие и средние, «Строение атома», «Теория А.М. Бутлерова», «Полиэтилен» и другие. На дополнительных занятиях по химии, кружковых и элективных, можно использовать более длительные видеофрагменты или короткометражные фильмы, такие как фильмы из серии «Жизнь замечательных идей», например, «Тринадцатый элемент», «Умный йод» или «Закон химической гармонии». Просмотр видео удачно сочетать с викториной, которую лучше провести непосредственно после «химического кинотеатра», в качестве закрепления материала.

При подготовке историко-научного материала по химии необходимо понимать, что на одном уроке не стоит использовать более 1-2 форм исторического материала, иначе он перегрузит занятие. Каждый исторический фрагмент должен напрямую работать на усвоение учебного материала, а не быть просто «интересным фактом». Исторический материал не должен быть монологом учителя – ученики должны сравнивать, анализировать, спорить, делать выводы. В одном уроке можно сочетать визуальную (портрет, лента времени), аудиальную (рассказ) и интерактивную (ролевая игра, моделирование) формы. Необходимо учитывать возраст учащихся, в 8-м классе уместны драматизация и ролевые игры, в 10-11-м – работа с первоисточниками и анализ научных споров.

Таким образом, историко-научный материал может быть органично встроен в каждый этап урока, выполняя на каждом свою функцию – от мотивации до осмысления природы научного познания.

Список литературы:

1. Шарыпова, Н.В. Историко-научный материал при обучении химии [Электронный ресурс] / Н.В. Шарыпова, С.И. Халявин. – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/istoriko-nauchnyy-material-pri-obuchenii-himii/viewer> (дата обращения: 01.04.2026).

2. Галкин, С.И. Вариант применения историко-химического эксперимента при обучении химии [Электронный ресурс] / И.В. Галкин // Наука и школа. – 2012. – № 1. – С. 79. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/variant-primeneniya-istoriko-himicheskogoeksperimenta-pri-obuchenii-himii> (дата обращения: 01.04.2026).

3. Гуламова, М.Б. Использование исторического наследия на уроках химии [Электронный ресурс] / М.Б. Гуламова, Б.Б. Рахимов // Вопросы науки и образования. – 2017. – № 5 (6). – С. 109-110. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-istoricheskogonaslediya-na-urokah-himii> (дата обращения: 02.04.2026).

4. Раджабов, Х.М. О реализации исторического материала в процессе преподавания химии [Электронный ресурс] / Х.М. Раджабов // Проблемы современного образования. – 2016. – № 5. – С. 127-133. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/o-realizatsiiistoricheskogo-materiala-v-protsesse-prepodavaniya-himii> (дата обращения: 04.04.2026).

«Информационные технологии в современном мире»

УДК 378.4

Г.М. Кривченков

Формирование готовности будущих специалистов к использованию отечественного программного обеспечения

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Статья посвящена проблеме формирования готовности будущих специалистов в области информационных систем и технологий к использованию отечественного программного обеспечения (ОПО). Рассматриваются противоречия между государственным курсом на технологический суверенитет и реальным уровнем подготовки выпускников ИТ-направлений вузов, обусловленные недостаточным отражением требований импортозамещения в действующих образовательных стандартах. Предложена авторская четырёхкомпонентная структура готовности как интегративного профессионально-личностного качества, включающая ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный и личностный компоненты. Разработаны педагогическая модель формирования готовности и четырёхэтапная технология её реализации на основе электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) в среде отечественных программных платформ. Сформулированы педагогические условия, обеспечивающие эффективность процесса подготовки в контексте задач технологической независимости страны.

Ключевые слова: отечественное программное обеспечение, готовность к профессиональной деятельности, технологический суверенитет, педагогическая модель, бакалавры информационных систем и технологий, компетентностный подход, ЭУМК, импортозамещение.

G.M. Krivchenkov

Formation of Future Specialists' Readiness to Use Domestic Software

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article addresses the problem of forming the readiness of future specialists in information systems and technologies for using domestic software (DS). Contradictions between the state course on technological sovereignty and the actual training level of IT graduates, caused by insufficient reflection of import

substitution requirements in current educational standards, are examined. The author proposes an original four-component structure of readiness as an integrative professional-personal quality, including value-motivational, cognitive, activity-based and personal components. A pedagogical model for forming readiness and a four-stage implementation technology based on an e-learning complex in domestic software platforms are developed. Pedagogical conditions ensuring the effectiveness of the training process in the context of the country's technological sovereignty tasks are formulated.

Key words: domestic software, professional readiness, technological sovereignty, pedagogical model, bachelor's degree in information systems, competence-based approach, e-learning complex, import substitution.

Введение

Обеспечение технологического суверенитета стало одним из ключевых приоритетов государственной политики Российской Федерации. Указ Президента РФ от 30 марта 2022 года № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» и Федеральный закон от 7 апреля 2025 года № 58-ФЗ закрепили обязательный переход на российские программные продукты в государственном управлении и сфере информационных технологий [8, 10]. Реализация этого курса возлагает на систему высшего образования принципиально новую задачу: подготовку специалистов, способных уверенно работать с отечественным программным обеспечением - от операционных систем до специализированных прикладных платформ.

Анализ действующих ФГОС ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» показывает, что компетентностные модели образовательных стандартов не создают достаточных предпосылок для целенаправленного освоения ОПО: компетенции ОПК-5 и ОПК-7 допускают ориентацию как на отечественные, так и на зарубежные продукты без явного приоритета первых [9]. Аналогичная ситуация характерна для ФГОС СПО по направлениям 09.02.06 и 09.02.07. По данным, полученным в ходе анализа рабочих программ дисциплин, лишь 12,1% из них упоминают отечественное ПО, а практическая работа с ним предусмотрена только в 3,2% случаев [5].

Выявленные обстоятельства позволили зафиксировать три уровня противоречий: социально-педагогическое - между государственным заказом на специалистов, компетентных в области ОПО, и стабильно низким уровнем

соответствующей готовности выпускников; научно-теоретическое - между развитой теорией профессиональной готовности и отсутствием специальной модели, ориентированной на формирование готовности к использованию ОПО; практическое - между потребностью работодателей в специалистах, владеющих отечественным ПО, и нехваткой апробированных методик и дидактических материалов [1].

Выявленные противоречия определили проблему исследования: каковы педагогические условия формирования готовности бакалавров направления «Информационные системы и технологии» к использованию отечественного программного обеспечения в профессиональной деятельности? Целью работы является разработка системы педагогических условий, включающей теоретическую модель и технологию формирования данной готовности.

Изложение основного материала

Теоретической основой исследования послужили труды М. И. Дьяченко и Л. А. Кандыбовича, раскрывших психолого-педагогическую природу готовности как личностного образования; работы И. А. Зимней и А. В. Хуторского в области компетентностного подхода; исследования И. В. Роберта по информатизации образования; труды М. П. Лапчика и Н. И. Пак по специфике подготовки ИТ-специалистов [2, 3, 7, 11].

На основе анализа теоретических источников и изучения состояния подготовки в вузах было разработано определение ключевого понятия: готовность бакалавра направления ИСиТ к использованию ОПО — это интегративное профессионально-личностное качество, обеспечивающее способность и устойчивую направленность специалиста на эффективное применение отечественных программных продуктов при решении профессиональных задач.

Структура готовности включает четыре взаимосвязанных компонента. Ценностно-мотивационный компонент отражает осознание специалистом значимости ОПО для профессиональной деятельности и личностную установку на его освоение. Когнитивный компонент - система знаний о функциональных возможностях и преимуществах отечественных программных продуктов. Деятельностный компонент - комплекс практических умений и навыков работы с ОПО в реальных профессиональных ситуациях. Личностный компонент - способность адаптироваться к обновлению программных сред, рефлексировать собственный опыт и непрерывно совершенствовать компетенции. Только

в единстве все четыре компонента образуют устойчивую и действенную готовность специалиста.

Разработанная педагогическая модель формирования готовности включает четыре взаимообусловленных блока: целевой, содержательно-процессуальный, критериально-оценочный и результативный. Целевой блок задаёт общий вектор - формирование готовности бакалавра ИСиТ к использованию ОПО как интегративного профессионально-личностного качества. Содержательно-процессуальный блок объединяет содержание обучения и технологию его реализации, включая ЭУМК на базе отечественных программных платформ. Критериально-оценочный блок содержит систему диагностики сформированности готовности: критерии, показатели и инструменты для каждого компонента. Результативный блок фиксирует ожидаемый итог - специалиста, готового к использованию ОПО на уровне, отвечающем требованиям государства и работодателей [4].

Технология реализации педагогической модели выстроена в логике нарастающей самостоятельности и сложности деятельности и включает четыре последовательных этапа. На ознакомительном этапе студенты получают общее представление об ОПО, его классификации, ключевых продуктах (Astra Linux, «МойОфис», PostgreSQL, «1С» и др.) и нормативном контексте. На практико-ориентированном этапе осваиваются базовые функциональные возможности ОПО в учебных ситуациях, приближённых к профессиональным. Проектный этап предполагает решение реальных или модельных профессиональных задач в среде ОПО, в том числе командную работу. На профессионально-самостоятельном этапе студенты осуществляют самостоятельную деятельность, рефлексию и профессиональное самосовершенствование в области отечественного ПО.

Ключевым средством технологии выступает ЭУМК, разработанный на базе отечественных программных платформ (СДО «Мудл» на отечественном сервере, редактор «МойОфис», СУБД PostgreSQL). Комплекс включает учебные задания, профессионально ориентированные кейсы, оценочные средства и методические рекомендации для преподавателей по каждому этапу обучения. Применение ЭУМК создаёт практико-ориентированную образовательную среду, без которой формирование устойчивой готовности к использованию ОПО было бы невозможным [6].

Педагогические условия, обеспечивающие эффективность разработанной системы, включают: обогащение содержания профессиональных дисциплин модулями, посвящёнными отечественным программным продуктам; создание в образовательном процессе аутентичной

профессиональной среды на основе ОПО; реализацию системы поэтапного формирования всех компонентов готовности; методическое сопровождение преподавателей, обеспечивающее их осведомлённость об актуальных отечественных программных решениях; интеграцию диагностических процедур в учебный процесс на каждом этапе подготовки.

Выводы

Проведённое исследование позволило разработать целостную систему формирования готовности будущих специалистов к использованию отечественного программного обеспечения. Теоретически обоснованная четырёхкомпонентная структура готовности, педагогическая модель и четырёхэтапная технология на основе ЭУМК образуют взаимосвязанную систему, реализация которой обеспечивается совокупностью педагогических условий. Предложенные модель и технология могут быть использованы при проектировании образовательных программ по ИТ-направлениям с учётом требований технологического суверенитета Российской Федерации, а также при разработке учебно-методического обеспечения по конкретным отечественным программным продуктам [5].

Список литературы:

1. Бурняшов, Б. А. Импортзамещение программного обеспечения учебного процесса российских вузов / Б. А. Бурняшов // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, № 1. – С. 27–36. – DOI 10.32517/0234-0453-2022-37-1-27-36. – EDN OTSUVL.
2. Дьяченко, М. И. Психологические проблемы готовности к деятельности / М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 176 с.
3. Зимняя, И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании / И. А. Зимняя ; И. А. Зимняя. – Москва : РГБ, 2008. – 1 с. – EDN QWBODD.
4. Кривченков, Г. М. Импортзамещение офисного программного обеспечения в образовании / Г. М. Кривченков // Педагогическое образование и наука. – 2025. – № 3. – С. 139–143. – DOI 10.56163/2072-2524-2025-3-139-144. – EDN EXLXFA.
5. Кривченков, Г. М. Подготовка кадров для цифрового суверенитета: фокус на отечественные программные продукты / Г. М. Кривченков, В. Г. Виноградский // Проблемы современного педагогического образования. – 2025. – № 86-3. – С. 160–163. – EDN ZRDVNG.

6. Методические рекомендации по переходу на преимущественное использование отечественного программного обеспечения в образовательных организациях [Электронный ресурс] / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – 2022. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/importozameshcheniye/> (дата обращения: 10.02.2026).
7. Роберт, И. В. Теория и методика информатизации образования. Психолого-педагогический и технологический аспекты : монография / И. В. Роберт. — Москва : Лаборатория знаний, 2014. — 339 с. — ISBN 978-5-9963-2336-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50557> (дата обращения: 01.03.2026).
8. Указ Президента РФ от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413177/ (дата обращения: 01.03.2026).
9. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 "Информационные системы и технологии" [утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 926]. – URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24/9> (дата обращения: 01.03.2026).
10. Федеральный закон от 07.04.2025 № 58-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации”» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_502581/ (дата обращения: 01.03.2026).
11. Хуторской, А. В. Современная дидактика : учебник для вузов / А. В. Хуторской. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14199-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585212> (дата обращения: 01.03.2026).

УДК 372.851

Т.А. Алмазова, Ю.В. Ермоленко

**Реализация принципа наглядности при обучении школьников решению
тригонометрических неравенств**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье описывается возможность использования презентаций с элементами анимации для формирования у школьников представлений о внутриспредметных связях в математике в процессе обучения их решению тригонометрических неравенств с использованием различных средств наглядности: единичной окружности и графиков тригонометрических функций.

Ключевые слова: принцип наглядности в обучении школьников математике, обучение школьников решению тригонометрических неравенств, презентация с элементами анимации.

T.A. Almazova, Yu.V. Ermolenko

**Implementing the principle of visibility in teaching schoolchildren to solve
trigonometric inequalities**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This article describes the possibility of using presentations with animation elements to develop students' understanding of interdisciplinary connections in mathematics while teaching them to solve trigonometric inequalities using various visual aids: the unit circle and graphs of trigonometric functions.

Key words: principle of visibility in teaching mathematics to schoolchildren, teaching students to solve trigonometric inequalities, presentation with animation elements.

Принцип наглядности в обучении является одним из старейших принципов обучения, представляющих собой «золотое правило дидактики» сформулированных Я.А. Коменским. Это связано в первую очередь с тем, что «Зрительный анализатор играет доминирующую роль в познании, с помощью зрения человек получает в пять раз больше информации, чем с помощью слуха. Эффективность усвоения информации существенно

возрастает, если задействованы оба канала – слуховой и зрительный. В этом случае запоминается до 65 % предъявляемой информации. Развитие психофизиологии подтвердило важную роль принципа наглядности в обучении» [5]. В современной дидактике проблема связанная с реализацией принципа наглядности в обучении не теряет своей актуальности и исследуется с различных точек зрения: начиная от реализации этого принципа при обучении различным учебным предметам и дисциплинам у учащихся различных возрастных категорий, профилей и направлений подготовки на различных ступенях обучения [5] и заканчивая возможностями реализации этого принципа при использовании современных технологий и средств обучения (электронное обучение, использование информационных технологий и т.д.) [5].

Вместе с тем немаловажным является понимание и использование в образовательном процессе функций наглядности. В работах А. П. Усольцева и Т. Н. Шамало [6] обозначены следующие функции: «1) наглядность должна служить средством формирования компонентов мыслительной деятельности в форме образов, развития умений оперировать ими и включать их в более сложные структуры мышления; 2) наглядность используется как средство активизации в конкретных ситуациях обучения (активизация внимания, мотивации, процессов понимания и формирования теоретического мышления)» [6].

Наиболее значимыми в рамках темы исследования являются вопросы, связанные с использованием средств наглядности в обучении математике, в том числе с использованием информационных технологий. Здесь стоит отметить работы следующих авторов: М. Г. Гиляровой [3], Ф. И. Алексеева [1], посвященные актуальности использования информационных технологий для реализации принципа наглядности при обучении математике; Павловой Е.С., Крыловой С.А., Кузнецовой О.А. [5], посвященные описанию использования различных видов наглядности в обучении высшей математике в вузе; А.С. Монгуш, Е.К. Бичи-оол, Ч.Э.Хомушку, С.К.Сат, посвященные использованию информационных технологий при реализации принципа наглядности в целях повышения качества математических знаний учащихся в национальных школах [4]; Алмазовой Т.А., Трунтаевой Т.И., посвященной описанию методических возможностей использования информационных ресурсов при изучении школьниками функций, уравнений и неравенств [2].

В обучении математике наглядность является инструментом, позволяющим формировать абстрактное мышление учащихся, способствуя формированию абстрактных математических понятий и умений работать

с ними, что в свою очередь приводит к более высокому уровню развития математической культуры, математического языка, логического и образного мышления [3]. Вместе с тем реализация принципа наглядности в обучении математике позволяет формировать не только определённые качества мышления учащихся, но и представления о глубоких внутрипредметных связях, позволяющих изучать математические объекты, используя различный математический аппарат.

На примере темы «Тригонометрические неравенства» покажем, как использование принципа наглядности с элементами анимации позволяет реализовать как общие функции наглядности, так и способствовать формированию абстрактного мышления учащихся и представлений о внутрипредметных связях в математике.

Тема «Тригонометрические неравенства» изучается в старшей школе. Согласно Федеральной рабочей программе по математике [7] изучение этой темы предусмотрено в классах с углубленным изучением математики.

Рассмотрим неравенство $\sin x > \frac{1}{2}$. Данное неравенство является простейшим и для его решения традиционно используется единичная окружность, представленная на рисунке 1. Использование единичной окружности позволяет продемонстрировать учащимся дугу, угловые координаты точек которой являются решением неравенства, угловые координаты начала и конца дуги, а также отрезок на оси Оу, ординаты точек которого являются значениями синуса, удовлетворяющего неравенству. Более глубокому осмыслению и усвоению учебного материала будет способствовать выстраивание внутрипредметных связей, основанное на использовании графического метода решения таких неравенств. Поэтому, наряду с использованием единичной окружности, целесообразно использование графика соответствующих функций: $y = \sin x$ и $y = \frac{1}{2}$.

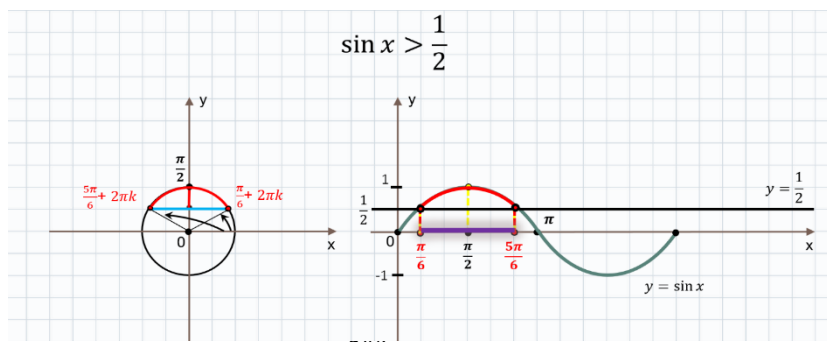


Рисунок 1. Иллюстрация решения неравенства $\sin x > \frac{1}{2}$

Одновременная демонстрация двух вышеперечисленных методов решения простейших тригонометрических неравенств (с использованием единичной окружности и графического метода) позволяет не только углубить понимание учащимися данной темы, но и формировать у них представление о связи между единичной окружностью и графиком тригонометрической функции. Используемые элементы анимации дают возможность наглядно продемонстрировать эту связь, способствуя формированию представлений школьников о связи между линией уравнений и неравенств и функциональной линией. Вместе с тем, стоит отметить, что успех в применении графического метода зависит от качества изученности учащимися материала функциональной линии, а это значит, что у школьников должны быть глубокие знания о свойствах тригонометрических функций, подкреплённые необходимыми образами: единичная окружность, график тригонометрической функции и их связь.

Рассмотрим неравенство $\cos x > -\frac{\sqrt{3}}{2}$. Обратимся к определению косинуса угла поворота. $\cos \alpha$ – это абсцисса точки поворота (под «точкой поворота» следует понимать точку единичной тригонометрической окружности, полученной при повороте на α радиан от начала отсчета). Таким образом, на оси абсцисс координатной плоскости Оху стоит отмечать точки, соответствующие различным углам поворота (рисунок 2). В исходном неравенстве больший интерес представляют точки $\frac{7\pi}{6} + 2\pi k$ и $\frac{11\pi}{6} + 2\pi k$ (точки пересечения прямой $x = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ с единичной тригонометрической окружностью). Целесообразно показать цветом дугу, абсциссы точек которой удовлетворяют неравенству, вместе с тем необходимо пояснить школьникам как угловая координата конца дуги выражается через её начало.

Для построения графика косинуса, стоит воспользоваться анимацией «вращение (поворот)» и «перемещение по линии», показав тем самым, какую часть графика функции $y = \cos x$ нужно выделить, чтобы абсциссы его точек удовлетворяли неравенству.

Использование синхронной анимации (решение иллюстрируется на единичной окружности и переносится на часть графика тригонометрической функции) позволяет активизировать внимание учащихся, формировать образное мышление и будет способствовать глубокому усвоению учебного материала.

Приведём ещё примеры решения тригонометрических неравенств и наглядный материал, который при этом целесообразно использовать.

При решении простейших тригонометрических неравенств относительно тангенса и котангенса одновременное использование тригонометрической окружности и графика функции будет способствовать

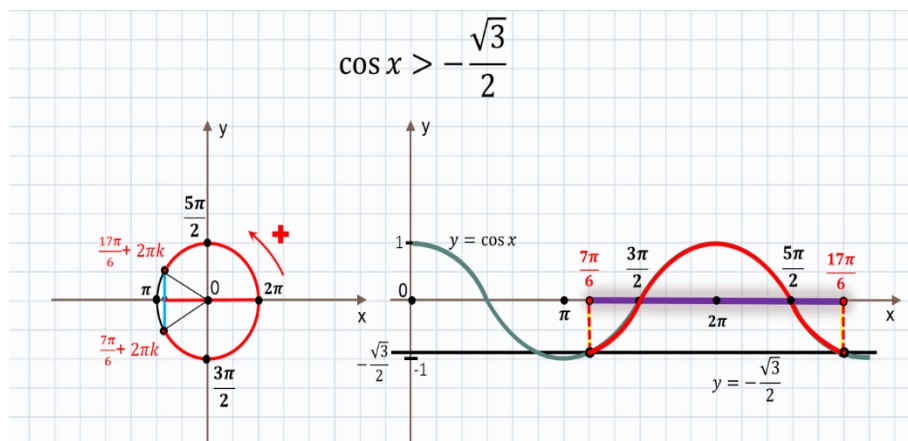


Рисунок 2. Иллюстрация решения неравенства $\cos x > -\frac{\sqrt{3}}{2}$

более глубокому пониманию школьниками того факта, что один из концов интервала в записи ответа всегда является открытым (не включается в ответ) ввиду того, что соответствующая функция в данных точках не определена и имеет вертикальную асимптоту. Важным является ещё и вопрос, связанный с периодичностью функций $y = \tan x$ и $y = \cot x$ (см. рисунок 2 и 3). В отличие от функций $y = \sin x$ и $y = \cos x$, у которых наименьший период 2π , функции $y = \tan x$ и $y = \cot x$ имеют наименьший период равный π , что предполагает работу не со всей окружностью, а только с ее половиной, вследствие чего меняется подход к записи ответов неравенства. В этом случае использование графиков соответствующих функций, подкреплённое синхронной анимацией с окружностью, позволяет более детально увидеть промежутки, являющиеся решениями неравенства и формировать у школьников представления о правильном решении простейших тригонометрических неравенств.

Как уже отмечалось ранее, наглядность позволяет выполнять целый ряд функций: повышать интерес и внимание школьников, активизировать их познавательную и мыслительную деятельность, тем самым формируя гибкость воображения, развивать теоретического мышление.

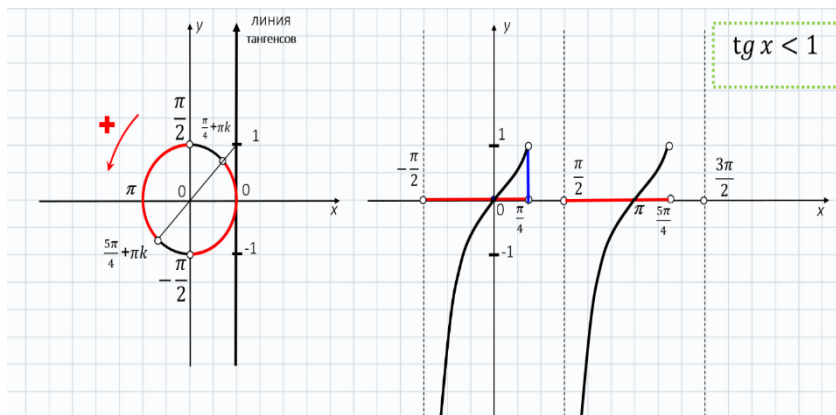


Рисунок 3. Иллюстрация решения неравенства $\operatorname{tg} x < 1$

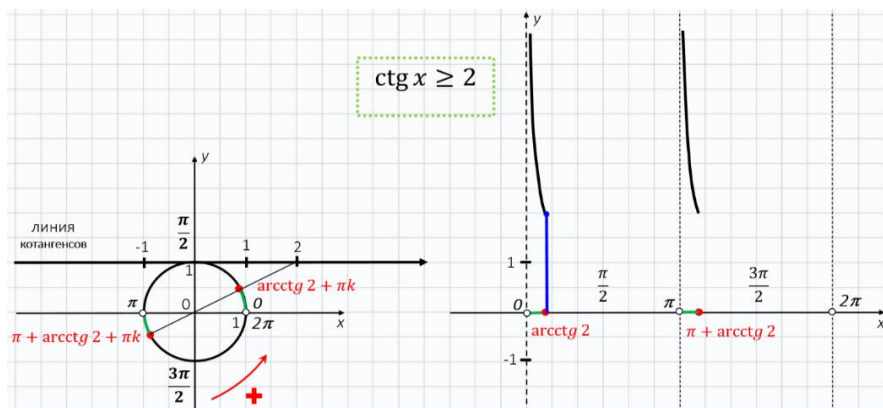


Рисунок 4. Иллюстрация решения неравенства $\operatorname{ctg} x \geq 2$

Использование презентаций с элементами анимации позволяет формировать определённые мысленные образы, устанавливать связь между аналитической записью неравенства, ответом на языке теории множеств и, соответствующим им, дугам окружности и частью графика

соответствующей функции, что, в свою очередь, закладывает основу для формирования теоретического мышления. Вместе с тем преодолевается несогласованность между образным и теоретическим формами мышления.

Стоит учесть, что при конструировании различных презентаций с элементами анимации необходимо сохранять лаконичность и доступность изучаемого материала, выделять главное цветом или другими способами. Представленный в статье материал используется при подготовке студентов Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского по направлению подготовки «Педагогическое образование, профиль «Физика и математика», а также в практике обучения школьников города Калуги и Калужской области.

Список литературы:

1. Алексеев А. И. Реализация принципа наглядности в преподавании математики через использование системы интерактивной геометрии GeoGebra // В сборнике: Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика. сборник научных трудов. Елец, 2015.
2. Алмазова Т. А. Возможности использования программы GEOGEBRA при изучении функциональной линии и линии уравнений и неравенств в курсе алгебры основной школы / Т.А. Алмазова, Т.И. Трунтаева, М.Я. Гайдукова, А.О. Лебедева // Вестник Калужского университета. - 2018. - № 2. - С. 130-135.
3. Гилярова М. Г. Использование информационных технологий для реализации наглядности как одного из важнейших принципов обучения математике // Информатика и образование. 2008. — № 11.
4. Монгуш А. С. Использование информационных технологий в целях повышения качества математических знаний учащихся национальных школ / С.С. Кок-Ооловна, Е.К. Бичи-Оол, Ч.Э. Хомушку // Вестник Тувинского государственного университета. Педагогические науки. 2021. №4 (87).
5. Павлова Е. С Реализация принципа наглядности при обучении высшей математике в вузе / Павлова Е. С., Крылова С. А., Кузнецова О. А. // АНИ: педагогика и психология. 2024. №3 (48).
6. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Наглядность и ее функции в обучении // Педагогическое образование в России. 2016. №6.
7. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025_soo_frp_matematika_10_11_ugl.pdf.

В.И. Герасимова**Спектры парциальных парных корреляций как инвариантное описание динамики нестационарных сигналов***Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга*

В работе представлен современный подход к обработке и анализу кардиосигналов, основанные на корреляционном анализе. Он позволяют выявлять скрытые закономерности и аномалии в динамике сердечной активности, что имеет важное значение для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В данной работе предложен подход, основанный на использовании преобразования Гильберта и оператора эволюции, позволяющий эффективно анализировать временно-частотные характеристики ЭКГ-сигналов. Рассматривается информационная технология реконструкции оператора эволюции потока данных, которая позволяет эффективно отслеживать их динамику. Приведены примеры применения предложенных методов и демонстрируется их эффективность. Показано, как использование корреляционных характеристик позволяет выявлять аномалии, что может существенно повысить качество медицинской диагностики. Кроме того, результаты исследования подчёркивают значимость корреляционных характеристик в оценке функционального состояния сердца. Они открывают новые перспективы для дальнейших исследований, включая возможность разработки новых алгоритмов для мониторинга состояния пациентов в реальном времени.

Ключевые слова: преобразование Гильберта, цифровой фильтр Гильберта, парная парциальная корреляция, оператор эволюции.

V.I. Gerasimova**Partial pair correlation spectra as an invariant description of the dynamics of non-stationary signals***Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga*

The paper presents a modern approach to the processing and analysis of cardiac signals based on correlation analysis. It allows us to identify hidden patterns and anomalies in the dynamics of cardiac activity, which is important for the diagnosis of cardiovascular diseases. In this paper, an approach based on the use of the Hilbert transform and the evolution operator is proposed, which makes it possible to effectively analyze the time-frequency characteristics of ECG signals.

The information technology of data flow evolution operator reconstruction is considered, which makes it possible to effectively track their dynamics. Examples of the application of the proposed methods are given and their effectiveness is demonstrated. It is shown how the use of correlation characteristics makes it possible to identify anomalies, which can significantly improve the quality of medical diagnostics. In addition, the results of the study emphasize the importance of correlation characteristics in assessing the functional state of the heart. They open up new perspectives for further research, including the possibility of developing new algorithms for monitoring patients' condition in real time.

Key words: hilbert transform, digital Hilbert filter, paired partial correlation, evolution operator.

Электрокардиография – один из ключевых методов диагностики патологий сердца. Однако биомедицинские сигналы, такие как ЭКГ, являются нестационарными по своей природе, что затрудняет их анализ с помощью традиционных спектральных методов. Для повышения точности и информативности используется современная цифровая обработка сигналов. В современной практике анализа электрокардиографических (ЭКГ) сигналов применяются различные методы, включая визуальную интерпретацию, Фурье-анализ, вейвлет-преобразование, эмпирическую модальную декомпозицию (EMD), анализ вариабельности ритма сердца (HRV), методы машинного обучения и подходы, основанные на динамических моделях. Однако большинство из них имеют существенные ограничения: предположение о стационарности сигнала (как в Фурье-анализе), необходимость выбора фиксированного базиса (в вейвлет-анализе), сложность интерпретации или отсутствие учёта временной динамики сигнала. Эти недостатки особенно критичны при анализе нестационарных, многоканальных и нелинейных ЭКГ-сигналов, характерных для патологических состояний сердца.

При анализе различных многомерных процессов – таких как электромагнитные поля, кардиосигналы, электроэнцефалограммы, сигналы систем управления или телекоммуникационный трафик – каждый из них обычно представляется в виде непрерывного во времени многокомпонентного вектора $X(t) = [X_1(t), X_2(t), \dots, X_M(t)]^T$. В дискретном случае такой сигнал описывается последовательностью отсчётов, образующих дискретный поток данных, который может быть представлен в виде временного ряда или дискретного сигнала.

Динамику потоков данных удобно анализировать с помощью оператора эволюции, реконструкция и использование которого достаточно подробно рассмотрены применительно к задачам описания электромагнитных полей [1] и телекоммуникационного трафика [2]

В ряде предыдущих исследований для анализа ЭКГ применялось преобразование Гильберта, в том числе в рамках метода ННТ (Hilbert–Huang Transform), с целью выделения мгновенных амплитуд и частот сигнала, в том числе для локализации зубцов Р, QRS и Т. Эти подходы показали свою эффективность в анализе нестационарных компонентов ЭКГ и позволили улучшить временное разрешение по сравнению с классическими методами.

Однако в отличие от предыдущих работ, в данной работе предлагается новый подход, основанный на использовании преобразования Гильберта для комплексного представления сигнала через вектор состояния, объединяющий мгновенные амплитуды и фазы всех компонентов сигнала. Это позволяет не только описывать структуру сигнала, но и эффективно снижать размерность данных, а также оперировать односторонними спектрами, инвариантными к временным сдвигам. Ключевым отличием предлагаемого метода является построение оператора эволюции, моделирующего динамику сигнала во времени. Такой подход обеспечивает возможность анализа не только текущего состояния сигнала, но и его изменения в динамике, что особенно важно при выявлении переходных процессов и нестационарных состояний. В совокупности со статистическим оператором значимости, позволяющим формально выделять наиболее информативные компоненты сигнала, данный метод демонстрирует повышенную адаптивность, устойчивость к шумам и физическую интерпретируемость, а также возможность интеграции с системами машинного обучения.

Вместе с потоком данных $\mathbf{X}(t)$ будем рассматривать его Гильберт-образ $\mathbf{Y}(t) = [Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_M(t)]^T$, где $Y_m(t)$ – сигнал ($m = 1, 2, \dots, M$), полученный преобразованием Гильберта (ПГ) сигнала $X_m(t)$ [3]:

$$Y_m(t) = X_m(t) \otimes h(t) = \frac{1}{\pi} P \int_{-\infty}^{\infty} \frac{X_n(t)}{(t-\tau)} d\tau = \frac{1}{\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left[\int_{-\infty}^{t-\varepsilon} \frac{X_n(t)}{(t-\tau)} d\tau + \int_{t+\varepsilon}^{\infty} \frac{X_n(t)}{(t-\tau)} d\tau \right],$$

$$(1)$$

$$X_m(t) = -Y_m(t) \otimes h(t).$$

С помощью ПГ из исходного сигнала $X_m(t)$ формируют положительно-частотный аналитический сигнала $Z_m(t)$ с амплитудой $|Z_m(t)|$, фазой $\Phi(t)$ и частотой $\omega(t)$ [3]:

$$Z_m(t) = X_m(t) + i Y_m(t) = |Z_m(t)| e^{i\Phi(t)}, \quad (2)$$

$$|Z_m(t)| = \sqrt{X_m^2(t) + Y_m^2(t)}, \quad \Phi(t) = \arctg \frac{Y_m(t)}{X_m(t)}, \quad \omega(t) = \frac{d\Phi(t)}{dt}.$$

При дискретном представлении времени, т.е. при $t_n = \Delta t n$, ($n = 1, 2, \dots$) где n – отсчет сигнала, импульсная характеристика $h(n)$ цифрового ФГ (ЦФГ) равна нулю при четном n , а при нечетном $n = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$ $h(n) = \frac{2}{\pi \cdot n}$ (рис. 1) [4].

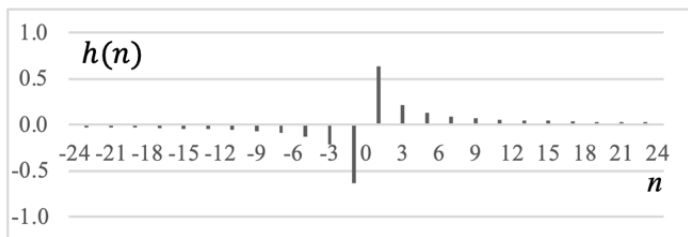


Рисунок 1. Цифровой фильтр Гильберта 24-го порядка.

Как показано в [5], если нет необходимости использовать восстановление сигнала из его Гильберт-образа, т.е. применять обратное ПГ из (1), то для ядра ЦФГ возможно использовать только центральную разность $Y_m(n) = \frac{2}{\pi} [X_m(n+1) - X_m(n-1)]$.

Рассмотрим далее вместо исходного дискретного потока данных $X(n)$ его комплексное представление $\mathbf{z}(n) = [z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)]^+$ в виде потока нормированных аналитических сигналов:

$$z_m(n) = x_m(n) + i y_m(m), (m = 1, 2, \dots, M; n = 1, 2, \dots, N); \quad (3)$$

$$x_m(n) = \frac{X_m(n)}{\sqrt{\sum_m^M [X_m(n)]^2 + \sum_m^M [Y_m(n)]^2}}; \quad y_m(n) = \frac{Y_m(n)}{\sqrt{\sum_m^M [X_m(n)]^2 + \sum_m^M [Y_m(n)]^2}};$$

$$|\mathbf{z}(n)|^2 = \sum_m^M [x_m(n)]^2 + \sum_m^M [y_m(m)]^2 = 1.$$

В соответствии с теорией оператора эволюции будем описывать динамику комплексного потока $\mathbf{z}(n)$ выражением [1]:

$$\mathbf{z}(s) = \hat{\mathbf{S}}(s, p)\mathbf{z}(p), \quad p < s, s = 1, \dots, N. \quad (4)$$

Формальным решением (4) относительно оператора $\hat{\mathbf{S}}(s, p)$ эволюции для каждого s, p -х дискретных моментов времени является неэрмитов проекционный оператор [1]:

$$\hat{\mathbf{S}}(s, p) = \mathbf{z}(s)\mathbf{z}^+(p), p < s, s = 1, \dots, N, \quad (5)$$

где $\mathbf{z}^+$ – операция эрмитового сопряжения (комплексного преобразования и транспонирования) вектора $\mathbf{z}$.

Сформировать эрмитов (самосопряженный) оператор эволюции из (5) возможно с помощью его симметризации по правилу $\hat{\mathbf{S}}^{\text{э}}(s, p) = [\hat{\mathbf{S}}(s, p) + \hat{\mathbf{S}}^+(s, p)]/2$.

Усредним эрмитов оператор $\hat{\mathbf{S}}^{\text{э}}(s, p)$ эволюции по статистическому оператору $\hat{\mathbf{Q}}(s, p) = [q_{k,m}(s, p)]$ значимости матричных элементов оператора эволюции. При этом выберем статистический оператор, удовлетворяющий условиям $\sum_{k=1}^M q_{k,k} = 1$, $q_{k,m} = q_{m,m}q_{k,k}$ ($m \neq k$). В результате получим эволюционные статистики:

$$S_{s,p} = \langle \hat{\mathbf{S}}^{\text{э}}(s, p) \rangle = Sp\{\hat{\mathbf{Q}}(s, p)\hat{\mathbf{S}}^{\text{э}}(s, p)\} \quad (6)$$

Физический смысл статистики $S_{s,p}$ из (6) заключается в том, что она описывает парциальную (частичную) парную корреляцию временных срезов (s, p) сигналов потока данных.

Нормированные гистограммы статистик $h(S_{s,p})$ или спектры парциальных парных корреляций являются эмпирическими плотностями вероятности $S_{s,p}$, информативными для описания динамических структур (форм) распознаваемых сигналов [1,2].

Ранее в работе было показано, что сам сигнал является несущей, а его динамическая структура полностью описывается производной сигнала. В случае электрокардиографии, регистрируемый сигнал представляет собой совокупность напряжений, измеряемых в различных отведениях. В стандартной 12-отведённой системе по Небу выделяют 6 отведений от конечностей (I, II, III, aVR, aVL, aVF) и 6 грудных отведений (V1–V6). Однако часто для анализа используется приведённое 6-канальное

представление. Рассмотрим две кардиограммы (рис. 2), взятые из открытых источников (сняты USB-кардиографом ECG Light в реальных условиях).

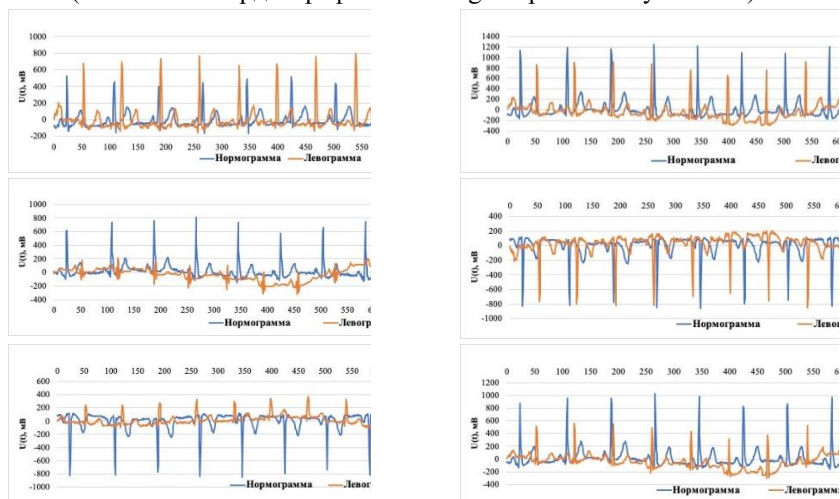


Рисунок 2. Кардиограммы 6 каналов – I, II, III, aVR, aVL, aVF: нормограмма и левограмма/

Построим для каждого канала оператор эволюции и будем сравнивать гистограммы при помощи критерия Колмогорова-Смирнова. По критерию необходимо вычислить разницу накопленных частот и сравнить с критическим значением. Результаты сравнения представлены на рис. 3. Критическое значение критерия отмечено красной горизонтальной прямой (уровень значимости принимался равным 0.01). Его превышают каналы I, aVR, aVL, aVF, следовательно статистически значимые различия от нормы наблюдаются именно в них. При левограмме (когда электрическая ось сердца отклонена влево или регистрируется усиление активности левого желудочка) наиболее выраженные изменения наблюдаются в следующих каналах: I отведение, aVL, III отведение, aVF.

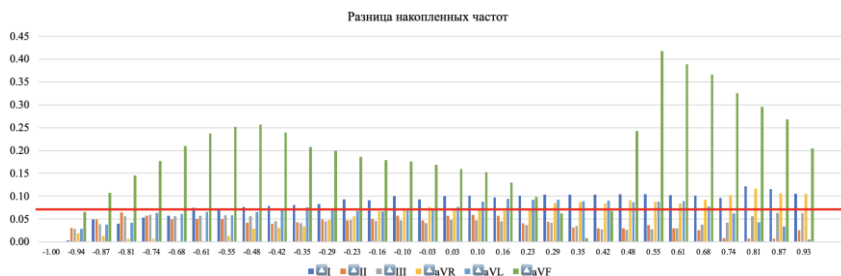


Рис. 3. Сравнение гистограмм корреляционных характеристик оператора эволюции нормограммы и левограммы, показывающие, что наблюдается отклонение в 4 из 6 каналов снятия показателей

Стоит отметить инвариантность метода к временным сдвигам. Если нормограмма будет смещаться по временной оси или сигналы будут иметь разные длины статистической разницы в гистограммах не будет наблюдаться (рис. 4).

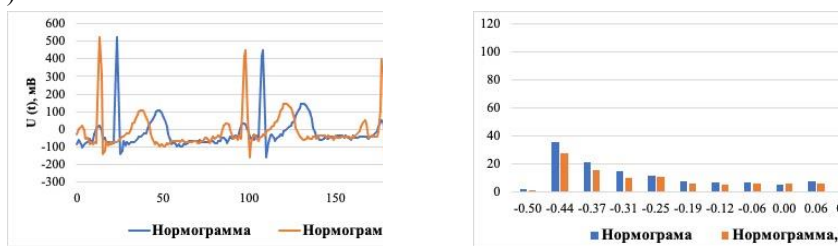


Рис. 4. Инвариантность к масштабнo-трансляционным сдвигам

Представление кардиосигнала в виде комплексного вектора состояния, объединяющего мгновенные амплитуды и фазы его компонентов, позволяет эффективно уменьшать размерность данных и оперировать односторонними спектрами, что особенно важно при анализе многоканальных сигналов. Перспективы дальнейших исследований связаны с верификацией предложенного метода на реальных данных в условиях шума, оптимизацией алгоритмов для работы в режиме реального времени, а также их интеграцией с системами машинного обучения с целью автоматической классификации сигналов. Реализация указанных направлений позволит повысить эффективность современных систем обработки кардиосигналов, особенно в сложных помеховых условиях и при ограниченных вычислительных возможностях.

Список литературы:

1. Краснов А.Е., Надеждин Е. Н., Никольский Д. Н., Галяев В.С. Прямые и обратные задачи реконструкции операторов эволюции в анализе динамики многомерных процессов / Чебышевский сборник. 19(2). 2018. С. 217-233.
2. Краснов А.Е. Оператор эволюции и его применение к анализу телекоммуникационных потоков данных / Математика в современном мире: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения советского математика, доктора физико-математических наук, профессора П. П. Коровкина. Калуга, 12–13 апреля 2024 года. Калуга: Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского. 2024. 228 с. С. 11-17.
3. Olli, Koskivaara. Hilbert Transform. Mathematics course on Fourier analysis, delivered by Esa Vesalainen in winter 2015 at the University of Jyväskylä. 2015. 15 p.
4. Kak S. Hilbert transform for discrete data / International Journal of Electronics. Vol. 34. 1973. P. 177-183.

Д.Е. Гапонова, Е.А. Лошкарева

Задачи с региональным содержанием как средство формирования познавательного интереса у школьников

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматривается проблема формирования познавательной активности школьников в процессе обучения математике. Обосновывается эффективность использования задач с региональным компонентом как средства повышения интереса к предмету, развития мотивации и установления межпредметных связей. Представлены примеры задач краеведческого характера (на примере Калужского края), используемые на уроках математики.

Ключевые слова: обучение, математика, познавательная активность, региональный компонент.

D.E. Gaponova, E.A. Loshkareva

Tasks with regional content as a means of developing students' cognitive interest

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga

The article discusses the problem of developing students' cognitive activity in the process of teaching mathematics. It substantiates the effectiveness of using tasks with a regional component as a means of increasing interest in the subject, developing motivation, and establishing interdisciplinary connections. The article presents examples of local history tasks (based on the Kaluga region) that can be used in mathematics classes.

Key words: education, mathematics, regional components.

Формирование познавательного интереса у школьников в условиях современных реалий образования занимает особое положение среди важнейших задач современной педагогики. Современных детей сложно чем-то увлечь. В теории педагогики процесс формирования познавательного интереса предполагает создание условий, при которых ученик воспринимает получение новых знаний как радостное событие, важное для личного развития и профессионального роста, а возникновение устойчивого познавательного интереса создаёт благоприятную основу для эффективного усвоения знаний и повышения качества обучения.

История научных взглядов на проблему познавательного интереса насчитывает тысячелетия. Ещё в Древней Греции Платон и Аристотель заложили основы понимания познавательной активности. В эпоху Просвещения Джон Локк и Жан-Жак Руссо подчёркивали важность развития природных склонностей ребёнка и свободы его познавательной активности. В XIX веке благодаря трудам К. Д. Ушинского в России были сформулированы принципы учёта индивидуальных особенностей и механизмов возникновения интереса. Современное понимание познавательного интереса во многом опирается на работы Л. С. Выготского, П. П. Блонского и П. Я. Гальперина. Вопросы, связанные с формированием познавательного интереса, не перестали быть актуальными и сегодня.

В литературе описывается большое число способов актуализации познавательного интереса у школьников, в том числе и использование регионального компонента в процессе обучения, в частности на уроках математики. На основе материалов по Республике Мордовия предложена классификация задач с национально-региональным содержанием, для каждого блока определены цели и приведены конкретные примеры [1]. Работа [2] рассматривает задачи с региональным контекстом как стимул познавательного интереса у учащихся, причём задачи могут содержать элементы из этнокультурной жизни и быта народа, опираться на географические и статистические данные.

Существует множество методы формирования познавательной активности у школьников. Но отдельно хотелось бы выделить метод, в основе которого лежит установление непосредственной связи содержания обучения с личным опытом учащихся. Ученикам интереснее учиться, когда учебный материал связан с их личным опытом и реальной жизнью, с теми вещами и объектами, которые они видят ежедневно. Поэтому акцент в статье сделан на использование задач с региональным содержанием для повышения познавательной активности школьников в процессе обучения математике. Кроме того, изучение культурного наследия региона через призму математики становится важным инструментом воспитания патриотизма и чувства гордости за историю своего края.

Основная идея – составить банк задач с региональным содержанием по аналогии с заданиями ОГЭ по математике. Эти задачи можно использовать эпизодически на уроках, во внеклассных мероприятиях, при проведении викторин, конкурсов, а также при подготовке к экзамену в 9 классе, например в качестве домашнего задания. В основе задач - описание историко-культурных объектов Калужского края. Использование истории, известных

имён и событий из прошлого и настоящего своего региона создаёт у учащихся эмоциональную привязанность к родным местам и повышает мотивацию к дальнейшему изучению местности.

На рисунке 1 представлена задача с региональным содержанием - аналог задачи №2 из банка ФИПИ. Задача посвящена решению реальной жизненной ситуации, связанной с Калужским краем. По условию задачи на графике представлены изменения температуры и давления воздуха на высоте 310 метров за 30 суток на Обнинской метеорологической мачте. Данную задачу можно использовать и на уроке, и для проверки графической грамотности учащихся как в процессе обучения, так и при подготовке к ОГЭ.

Задача №2. На графике представлены изменения температуры и давления воздуха на высоте 310 метров за 30 суток на Обнинской метеорологической мачте. По горизонтали указываются дни, по вертикали температура и давление.



Определите по графику:

- Разницу между минимальным и максимальным значениями температуры за 30 дней;
- Среднее значение давления с 15 по 19 число;
- В какой день $t = 5^\circ$, а $p = 740$ мм рт. ст.

Рисунок 1. Задача с региональным содержанием - аналог задачи №2 из банка ФИПИ для ОГЭ.

На рисунке 2,3 представлены задания № 13, 19. В левой части представлены типовые задачи из сборников ФИПИ, а в правой задания с региональным компонентом.

В Калужском крае множество интересных объектов, среди которых «Национальный парк Угра», заповедник «Калужские засеки», которые являются достоянием нашего края и где можно увидеть зубров в естественной среде обитания. На рис.2(б) представлена задача с региональным содержанием, используя которую на уроках математики, мы не только сможем развивать математические навыки школьников,

но и расскажем детям об одном из замечательных мест нашего края, которое им возможно захочется посетить. Сутью задания № 13 - решение неравенств или систем неравенств. Можно заметить (рисунок 2), что задача из банка ФИПИ проще для решения, т.к. необходимо решить готовую систему уравнения, в то время как задача с региональным компонентом представляет собой задачу, на основе которой необходимо составить систему и решить её. В связи с чем не рекомендуется использовать задачи с региональным содержанием для контроля знаний учащихся.

Решите систему

уравнений

$$\begin{cases} 4x - 2y = 2 \\ 2x + y = 5 \end{cases}$$

В ответ запишите $x + y$.

В 2024 году численность зубров в «Национальном парке Угра» и заповеднике «Калужские засеки» суммарно составляет 1175 особей. В 2025 году численность зубров в «Национальном парке Угра» увеличилась в 1,12 раз, а в «Калужских засеках» увеличилась в 1,14 раз. Составьте систему уравнений и найдите количество зубров в 2024 году в «Национальном парке Угра», если в 2025 году в Калужской области зафиксировали 1327 особей.

а)

б)

Рисунок 2. Задача с региональным содержанием (б) - аналог задачи №13 из банка ФИПИ для ОГЭ (а).

Архитектура и сама застройка города Калуги заслуживает отдельного внимания. В истории города Калуга есть интересные особенности планировки: например, при создании генерального плана застройки Калуги в XVIII веке архитекторы планировали перекрёстки улиц так, чтобы с каждого из них открывался панорамный вид на церковь. Ещё одна особенность застройки города - перекрёстки, образованные пересечением пяти дорог, в архитектуре и городской среде их часто называют «Пять углов». Такое неофициальное название связано с тем, что на перекрёсток выходят пять фасадов зданий, а соединение улиц визуально образует пятиконечную звезду. Так же хочется отметить ещё одну интересная особенность архитектуры г. Калуги – дома, в которых стены находятся не под прямым углом. Один из таких примеров — дом купца Ракова, построенный в начале XX века, несколько таких домов находятся по улице Театральная.

На рисунке 3 представлено задание №19. Его суть - определение истинности геометрических высказываний. В задаче с региональным

содержанием представлены высказывания, связывающие особенности городской архитектуры Калуги с геометрией.

Задачи с региональным содержанием можно включать в урочную и внеурочную деятельность, а также в рамках интеграции с другими предметами. Проведено исследование по определению эффективности использования задач с региональным содержанием на уроках математики, при проведении внеклассных мероприятий, при подготовке к ОГЭ. Результаты исследования показали, что наибольший эффект использования таких задач для повышения познавательного интереса наблюдается в 5-7 классах. Использование данного вида задач в старших классах носит более эпизодический характер и имеет скорее «эмоциональный» эффект, чем развитие познавательного интереса у школьников. Данный вид задач не рекомендуется использовать для контроля знаний учащихся.

1. Через точку, не лежащую на данной прямой, можно провести прямую, параллельную этой прямой.

2. Если диагонали параллелограмма равны, то этот параллелограмм является ромбом.

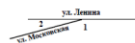
3. Расстояние от точки, лежащей на окружности, до центра окружности равно радиусу.

а)

1. Ниже представлен чертёж макета части крыши Калужского драматического театра. На чертеже указаны размеры в метрах. Возможна ли реализация данного макета? Почему?



2. Ниже представлена схема пересечения улицы Московская с улицей Ленина. Если угол 1 равен 120° , то верно ли утверждение: угол 2 равен 60° ? Почему?



3. Если в губернском парке на одном из участков (см. Рисунок), который представляет собой выпуклый четырёхугольник, дорожки пересекаются под прямым углом, то участок будет квадратом? Почему?



б)

Рисунок 3. Задача с региональным содержанием (б) - аналог задачи №19 из банка ФИПИ для ОГЭ (а).

Список литературы:

1. Маслова, С. В. Текстовые задачи с национально-региональным содержанием как одно из средств формирования российской идентичности младших школьников (на материале Республики Мордовия) / С. В. Маслова, Н. В. Кузнецова, О. И. Чиранова // Наука и школа. – 2024. – № 2. – С. 169-180. – DOI 10.31862/1819-463X-2024-2-169-180. – EDN GISHGH.
2. Монгуш А.С. Математические задачи с региональным контекстом как средство мотивации обучения математике (на примере Республики Тыва) / Танова О.М. // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2016. - № 2(36). – С. 22-27.

А.И. Осипов, Л.Н. Серезжин

**Использование квазиэкспериментального метода при выполнении
лабораторных работ по направлению
«Электроэнергетика и электротехника»**

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В данной статье обсуждаются возможности использования квазиэкспериментального метода при выполнении лабораторных работ по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» в высшей школе. Приводится пример использования данного метода в рамках изучения дисциплины «Электрические станции и подстанции».

Ключевые слова: квазиэкспериментальный метод, лабораторный практикум.

A.I. Osipov, L.N. Serezhkin

**Using a quasi-experimental method in laboratory work in the direction
of "Electric Power Engineering and Electrical Engineering"**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This article discusses the potential use of a quasi-experimental method in laboratory work for course 13.03.02 "Electric Power and Electrical Engineering" in higher education. An example of this method's application in the "Electric Power Plants and Substations" course is provided.

Key words: quasi-experimental method, laboratory practical training.

Лабораторный практикум в Вузе по многим техническим направлениям непросто реализовать по нескольким причинам:

- высокие затраты на приобретение оборудования,
- для размещения крупногабаритного оборудования требуются значительные площади,
- происходит быстрое технологическое устаревание оборудования.

С подобной проблемой в Калужском государственном университете им. К. Э. Циолковского столкнулись и авторы статьи формируя лабораторный практикум по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». В связи со спецификой направления по ряду дисциплин таких как «Техника высоких напряжений», «Электрические станции и подстанции», «Электроэнергетические системы

и сети», в связи с высокой стоимостью и большими габаритами реального оборудования, реализация лабораторного практикума затруднена. Разрешить эти трудности можно используя виртуальные лабораторные работы – предлагаемые некоторыми компаниями, например: emaket.ru [1], virtstend.ru [2], galsen.ru [3], pemvr.ru [4], labstand.ru [5].

Возможен и еще один вариант — это использование квазиэкспериментального метода при выполнении лабораторных работ. Суть метода предполагает использование информационных материалов (фотографий, 3D моделей, таблиц, описаний) реальных устройств, на основе которых можно знакомиться с: физическими основами их работы, устройством и принципом действия (как устройства в целом, так и отдельных составных частей и узлов). Кроме того, анализ таких материалов позволяет: классифицировать устройства (по назначению, области применения), анализировать технические характеристики и параметры оборудования, проводить практические расчеты (по обеспечению надёжной работы устройств в электрических цепях в соответствии с нормативной документацией).

Рассмотрим применение данного метода на примере дисциплины «Электрические станции и подстанции» в рамках изучения высоковольтного разъединителя, предназначенного для разъединения отдельных участков цепей электрических подстанций от общей схемы с целью обеспечения безопасных методов проведения планово-профилактических, ремонтных и аварийных работ. Такие разъединители выпускают многие производители например: «Завод ЗЭТО» [6], «Спецэлектромеханика» [7], «CHINT» [8], «Эйч Энерджи» [9] и «Вологодский ЭМЗ» [10].

Внешний вид нескольких разъединителей показан на рисунке 1, а 3D модель и технические характеристики и на рисунке 2.

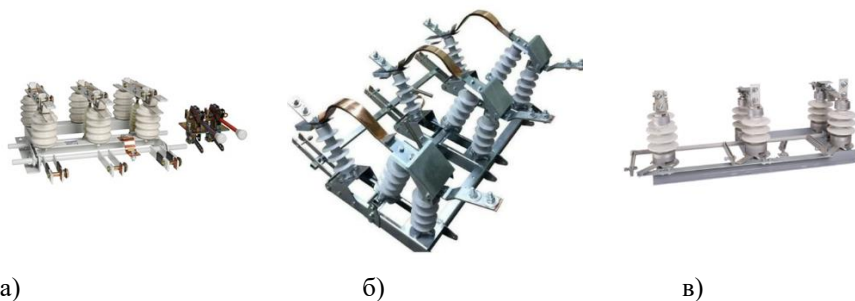
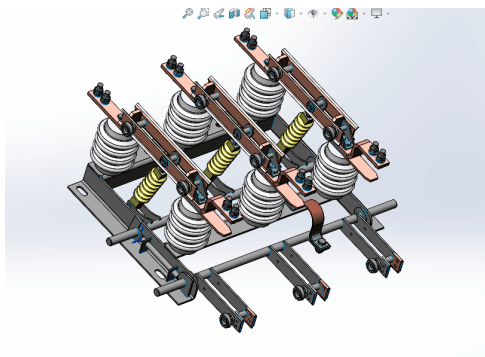


Рис. 1 Высоковольтные разъединители:

- а) разъединитель высоковольтный РВЗ-10/630-II-Ф-УХЛ2,
- б) разъединитель высоковольтный РЛКВ-1а-IV-10/630-УХЛ1,
- в) разъединитель высоковольтный РЛНД1-10/630-М-УХЛ1.

Разъединители РВЗ-10/630-II-Ф- УХЛ2 [11], РЛКВ-1а-IV-10/630-УХЛ1 [12], РЛНД1-10/630-М УХЛ1[13] обладают сходными характеристиками, что дает возможность их сравнивать. Так разъединители РВЗ-10/630-II-Ф- УХЛ2, РЛКВ-1а-IV-10/630-УХЛ1 предназначены для внутренней установки в закрытых помещениях, а РЛНД1-10/630-М-УХЛ1 — это наружное устройство, предназначенное для работы в открытых электроустановках, например, на открытых подстанциях. Так же между ними есть отличия в конструкции, габаритных размерах, монтаже.



Технические характеристики	
разъединителя	RV3-10/400:
Тип	изделия
Разъединитель	
высоковольтный	
Серия	RV3
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А	400
Вид привода	Ручной
Нормативный документ	
ГОСТ Р	52726-2007,
ТУ3414-019-05755766-	2010
Количество полюсов	3
Степень защиты	IP00
Высота, мм	574
Климатическое исполнение	У3
Масса, кг	18

Рис. 2. 3D модель высоковольтного разъединителя RV3-10/400 [14]

На основе данных материалов в ходе лабораторного практикума можно решить следующие задачи – познакомиться с принципом работы устройства, его техническими характеристиками и режимами работы.

Выполнение лабораторной работы предполагает:

1. Перенесение в тетрадь условного графического изображения разъединителя;
2. Выписывание основных технических характеристик;
3. Изучение устройства и принципа действия разъединителей различных типов разъединителей;
4. Определение области применения разъединителей (по способу установки, монтажа и оперирования);
5. Анализ соответствия устройства и конструкции разъединителя, его составных частей и узлов предполагаемой области

применения в составе определённой электроустановки (студент должен выбрать наиболее подходящий вариант).

Опыт использования данного метода при проведении лабораторных работ позволяет выделить его достоинства и недостатки. К достоинствам данной методики можно отнести то, что квазиэкспериментальный метод позволяет:

- Избегать значительных затрат на приобретение дорогостоящего оборудования;
- Не задействовать значительные площади для размещения для размещения крупногабаритных электротехнических устройств;
- Избегать проведения строительных работ по выделению и обустройству открытых площадок;
- Избегать затрат на монтаж, наладку и обслуживание оборудования;
- Не задействовать квалифицированный обслуживающий персонал для поддержания оборудования в исправном состоянии.

В то же время предлагаемый метод проведения лабораторных работ имеет существенные ограничения и недостатки. Основной системный недостаток данного метода изучения электротехнического оборудования состоит в невозможности формирования у обучающихся практических навыков и правильных приёмов работы по управлению, обслуживанию и ремонту электротехнических устройств. Также невозможно сформировать у обучающихся навыки по проверке и контролю технических параметров оборудования. Следует отметить и ограниченный набор 3D моделей и технических описаний в открытых источниках.

Заключение

Использование квазиэкспериментального метода является одним из малозатратных вариантов в реализации лабораторного практикума. Однако он может использоваться лишь как дополнение к традиционным лабораторным работам, т.к. в полной мере не позволяет сформировать практические навыки по обслуживанию и ремонту оборудования.

Список литературы:

1. emaket.ru [сайт]. URL: <https://emaket.ru/catalog/oborudovanie-elektricheskikh-stantsiy-i-podstantsiy/> (дата обращения: 10.04.2026).
2. virtstend.ru [сайт]. URL: <https://virtstend.ru/Electric-power-industry> (дата обращения: 05.05.2019).
3. galsen.ru [сайт]. URL: <https://galsen.ru/virtlab#esp1v> (дата обращения: 10.04.2026).

4. pemvr.ru [сайт]. URL: [https:// pemvr.ru/product/virtualnye-montazhnye-masterskie/virtualnaya-laboratoriya-izuchenie-vysokovoltnykh-elektricheskikh-apparatov-ts-ivea/](https://pemvr.ru/product/virtualnye-montazhnye-masterskie/virtualnaya-laboratoriya-izuchenie-vysokovoltnykh-elektricheskikh-apparatov-ts-ivea/) (дата обращения: 10.04.2026).
5. labstand.ru [сайт]. URL: [https:// labstand.ru/catalog/prezentaczii-i-plakaty-elektrotehnika-elektronika-energetika/prezentaczii-i-plakaty-elektricheskie-podstanczii](https://labstand.ru/catalog/prezentaczii-i-plakaty-elektrotehnika-elektronika-energetika/prezentaczii-i-plakaty-elektricheskie-podstanczii) (дата обращения: 11.04.2026).
6. zeto.ru [сайт]. URL: zeto.ru (дата обращения: 10.04.2026).
7. semgroup.ru [сайт]. URL: semgroup.ru (дата обращения: 05.05.2019).
8. chint.ru [сайт]. URL: chint.ru (дата обращения: 08.04.2026).
9. energy-h.ru [сайт]. URL: energy-h.ru (дата обращения 06.04.2026).
10. vemz.net [сайт]. URL: vemz.net (дата обращения: 10.04.2026).
11. keaz.ru [сайт]. URL: <https://keaz.ru/catalog/product/393274> (дата обращения: 12.04.2026).
12. keaz.ru [сайт]. URL: <https://keaz.ru/catalog/product/268839> (дата обращения: 08.04.2026).
13. keaz.ru [сайт]. URL: <https://keaz.ru/catalog/product/272008> (дата обращения: 08.04.2026).
14. vmasshtabe.ru [сайт]. URL: <https://vmasshtabe.ru/inzhenernye-sistemy/elektrosnabzhenie/razedinitel-rvz-10-630-20ii.html> (дата обращения: 9.04.2026).

Н.В. Кирюхина

Теоретическая физика для будущего учителя: дидактические проекции на школьный курс

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматривается проблема подготовки будущего учителя физики в рамках курса «Основы теоретической физики». Обосновывается понятие «дидактическая проекция» как механизм переноса содержания фундаментальных физических теорий в школьный курс с сохранением научной корректности и учётом дидактических ограничений. На конкретных примерах из опыта преподавания показано, как осознанное построение проекций формирует у студента метапозицию по отношению к школьному курсу, развивает методологическую рефлексия и готовность к преподаванию физики на углублённом уровне.

Ключевые слова: педагогическое образование, подготовка учителя физики, теоретическая физика, дидактическая проекция, метапозиция

N.V. Kiryukhina

Theoretical Physics for Future Teachers: Didactic Projections onto the School Course

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article addresses the problem of training future physics teachers within the course «Fundamentals of Theoretical Physics». The concept of «didactic projection» is substantiated as a mechanism for transferring the content of fundamental physical theories into the school course while maintaining scientific correctness and taking into account didactic constraints. Using specific examples from teaching experience, it is shown how the conscious construction of projections forms a student's meta-position in relation to the school course, develops methodological reflection, and prepares them for teaching physics at an advanced level.

Key words: pedagogical education, physics teacher training, theoretical physics, didactic projection, meta-position

Подготовка будущего учителя традиционно включает изучение курса теоретической физики. Вопрос о месте и роли этого курса в системе педагогического образования остаётся дискуссионным: насколько глубоко

должен погружаться в абстрактные фундаментальные теории тот, кто в своей профессиональной деятельности будет обращаться к школьникам, делающим первые шаги в освоении физической науки? Ответ на этот вопрос определяет не только содержание и объем курса, но и сам подход к его преподаванию [1,6].

Один из индикаторов предметной профессиональной компетентности педагога - способность использовать научные знания для отбора вариативного содержания обучения. Его показателем является умение проецировать представления и результаты «большой науки» на курс физики общеобразовательной школы. Преподаватель вуза сталкивается с непростой задачей: не просто передать студентам сумму знаний из области классической механики, электродинамики, квантовой физики, но и сформировать у них навык их осознанного переноса в иную образовательную среду с учётом возрастных особенностей учащихся, дидактических ограничений и требований школьной программы. Для описания подобного переноса используется понятие «проекция». В математике проекция - способ отображения одного пространства на другое, при котором сохраняются определённые структурные соотношения, даже если меняются метрические характеристики. Существует несколько типов проекций: центральная, параллельная косоугольная, параллельная прямоугольная (ортогональная) (таблица 1). Общее свойство всех типов проекций: не упрощение, а перенос структуры с сохранением инвариантов.

Эта математическая метафора оказывается плодотворной для педагогики. Как отмечает Н.Н. Манько, проекция выступает «основным механизмом и результатом взаимодействия внутреннего и внешнего планов сознания человека», служа «педагогическим средством визуализации и моделирования содержания образования» [2]. Если представить фундаментальную физическую теорию (классическую механику, электродинамику, квантовую физику) как «оригинал», а школьный курс физики как «плоскость проекции», то задача учителя состоит в том, чтобы построить такую проекцию, которая сохраняет научную корректность (инвариант истинности); учитывает дидактические ограничения (возраст учащихся, объем часов, владение необходимым математическим аппаратом); позволяет увидеть структуру теории за её упрощённым изложением.

Осознанный выбор типа «дидактической проекции» и составляет, на наш взгляд, суть предметной профессиональной компетентности будущего учителя физики. В данной статье предлагается рассмотреть

его подготовку как формирование способности к осознанному построению дидактических проекций фундаментальных физических теорий на школьный курс.

Таблица 1 - Виды проекций и их дидактические аналоги

Вид проекции	Сущность	Дидактический аналог
Центральная	Искажение размеров, но сохранение инцидентности	Яркая, наглядная, но упрощённая модель; сохраняет «скелет» теории, жертвуя деталями
Параллельная косоугольная	Пропорции сохраняются, но меняются размеры	Систематическое изложение, сохраняющее структуру, но адаптированное под уровень образования
Параллельная ортогональная	Минимум искажений	Максимально точный перенос структуры (для учителя), без упрощений, с полным аппаратом

Пример 1. Классическая механика: проекция через вариационные принципы [3]. Традиционно школьный курс механики строится на законах Ньютона. Решение задач предполагает выделение всех сил, действующих на тело, запись второго закона Ньютона в векторной форме, проецирование на оси координат, решение полученной системы уравнений. Этот подход обладает несомненными достоинствами: наглядностью, соответствием повседневному опыту, доступностью для начинающих. Однако у него есть и ограничения: он применим только для механического движения и взаимодействия в нерелятивистской области и при анализе сложных систем со связями становится громоздким. Аналитическая механика предлагает альтернативный язык — вариационные принципы.

Для формирования у студентов навыка методологической рефлексии при изучении аналитической механики хорошо работает приём «решение школьных задач нешкольными методами». Под ним понимается учебная ситуация, в которой студент педагогического направления решает задачу из курса общеобразовательной физики, используя математический и понятийный аппарат, выходящий за рамки школьной программы. Например, условия равновесия в задачах статики записываются, исходя из принципа виртуальных перемещений, задачи динамики исходя из общего

уравнения (принципа Даламбера-Лагранжа) и составлением уравнений Лагранжа или Гамильтона. Приём выполняет следующие дидактические функции:

- показывает единство физической картины мира, разные разделы школьного курса описываются общим языком вариационных принципов или уравнений (мировоззренческая функция);

- демонстрирует, что школьные законы - следствия более фундаментальных теорий в определённых приближениях (методологическая функция);

- формирует у студента «метапозицию»: он видит не только как решать задачу школьным методом, но и почему этот метод работает, где границы его применимости (профессионально-рефлексивная функция);

- для сильных студентов служит «мостом» в большую науку, показывая, что школьная физика имеет глубокие корни в фундаментальных теориях (мотивационная функция).

Конечно, в общеобразовательной школе никто не требует от учащихся составлять функцию Лагранжа или Гамильтона и соответствующие уравнения. Однако будущий учитель должен понимать, что законы Ньютона — не единственный и не самый фундаментальный язык механики; уметь решать школьные задачи аналитическими методами, чтобы видеть их внутреннюю логику; осознанно выбирать при объяснении учащимся тот уровень строгости и абстракции, который соответствует их подготовке.

Однако, следует учитывать и ряд методических ограничений. Приём «решение школьных задач методами аналитической механики» не предназначен для прямого переноса в школу. Некоторые подходы (например, формализм Гамильтона) слишком абстрактны даже для вузовского педагогического курса и используются лишь фрагментарно. Приём работает, когда «нешкольный» метод поясняет, а не заменяет школьный. Нужно также избегать эффекта «всезнания». Будущий учитель не должен смотреть на школьный курс свысока. Задача – не обесценить, а показать место его понятий в структуре физических теорий.

С точки зрения дидактической проекции, вариационные принципы выступают как «ортогональная проекция» — более абстрактная, но и более глубокая, сохраняющая структуру теории (законы сохранения, симметрии, обобщённые координаты) и позволяющая решать задачи единообразно. При решении школьной задачи методами аналитической механики мы не искажаем структуру теории. Формализм Лагранжа и Гамильтона дают

те же уравнения движения, что и законы Ньютона, но с более глубоким обоснованием. Это проекция «сверху вниз» без потери точности.

Пример 2. Электродинамика: от уравнений Максвелла — к эмпирическим законам [4]. В школьном курсе электродинамика предстаёт как набор «именных» законов и формул (Кулона, Ома, Ампера, Фарадея, Лоренца), полученных экспериментально в разное время разными людьми. Связь между этими соотношениями для школьника не всегда очевидна. Но учитель должен видеть их единство. Система уравнений Максвелла с добавлением материальных уравнений, связывающих поля со свойствами среды, и динамических уравнений движения — фундаментальная теория, описывающая все электромагнитные явления. Школьные эмпирические законы являются её проекциями на стационарные случаи и на конкретные конфигурации полей (сферическая симметрия, прямолинейные проводники). В частности, закон Кулона вытекает из первого уравнения Максвелла — теоремы Гаусса в интегральной форме. Записывая его для точечного заряда в силу сферической симметрии, получаем:

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}.$$

Отсюда — поле точечного заряда, а умножив на пробный заряд, получаем закон Кулона. Закон Ома есть материальное уравнение, а с учётом закона сохранения энергии получаем закон Джоуля-Ленца. Закон Фарадея для электромагнитной индукции прямо следует из третьего уравнения Максвелла. Взаимодействие токов (закон Ампера) в обобщённом виде содержит четвёртое уравнение. Для студентов очень полезным упражнением является составление обобщающей таблицы «Школьные эмпирические законы как проекции уравнений Максвелла». Задания на обоснования частных законов входят в состав экзаменационных билетов.

Такого рода дидактическая проекция аналогична параллельной косоугольной. Уравнения Максвелла «проецируются» на школьные законы через упрощающие предположения. Это не искажает физику, но «сжимает» одно измерение (зависимость от времени или геометрическую сложность), пропорции теории сохраняются.

Пример 3. Квантовая механика: понятийная проекция [5]. Если классическая механика и электродинамика допускают относительно «плавную» проекцию на школьный курс, то с квантовой физикой ситуация принципиально иная. Школьный раздел «Квантовая физика» (фотоэффект, постулаты Бора, радиоактивность) часто воспринимается учащимися (и, что тревожнее, студентами педагогических направлений) как набор

парадоксов и «странных» правил, не связанных единой логикой. Причина в том, что в школе квантовая механика не строится как теория — в силу недоступности необходимого математического аппарата. Поэтому мы берём «центр проекции» — ключевые идеи (волновая функция, неопределённость, квантование) — и отбрасываем формализм (операторы, уравнение Шредингера в частных производных). Сохраняется «инцидентность» (связь понятий), но масштабы искажены (упрощены). Это яркая, запоминающаяся, но неполная картина — аналог центральной проекции.

Рассмотрим постулаты Бора (стационарные состояния, правило квантования орбит, излучение при переходах). Исторически они были эвристическими правилами, но с позиции современной квантовой механики они выступают как центральная проекция точного решения уравнения Шредингера для атома водорода. При решении уравнения Шредингера в сферических координатах квантование возникает естественно: из требования регулярности волновой функции и граничных условий следуют главное квантовое число n , орбитальное l и магнитное m . Энергия стационарных состояний оказывается равной

$$E_n = -\frac{me^4}{32\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2},$$

что в точности совпадает с формулой, получаемой из полуклассической теории Бора. Правило квантования момента импульса

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$$

«проецируется» в боровское

$$mvr = n\hbar$$

только для круговых орбит ($l = n - 1$), а сам постулат о стационарных состояниях и частоте перехода

$$\hbar\omega = E_n - E_m$$

оказывается, прямым следствием зависимости волновой функции от времени

$$\psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r})e^{-\frac{iEt}{\hbar}}.$$

Таким образом, постулаты Бора — это не самостоятельные законы, а центральная проекция строгой квантово-механической теории, сохраняющая ключевые инварианты (дискретные уровни, формулу для энергий, правило частот) при отбрасывании математической сложности (волновые функции, вероятностная интерпретация). Для учителя это понимание позволяет не постулировать «магические» правила, а показать ученикам, что за ними стоит фундаментальное уравнение Шредингера.

Без уравнения Шредингера квантовая механика оставалась бы набором эвристических правил (как теория Бора). С ним она становится полноценной теорией, позволяющей делать количественные предсказания.

Поводя итоги, можно сделать вывод, что «проецирование на школьный курс» — не просто метафора, а метод. В дидактике проекция выступает механизмом моделирования содержания образования, сохраняющим инварианты теории при переносе в иную образовательную среду. Предметная компетенция учителя физики при отборе вариативного содержания обучения включает осознанное умение строить дидактические проекции, выбирая уровень строгости и абстракции, адекватный возрасту и подготовке учащихся.

Использование метода дидактических проекций при подготовке учителей даёт следующие результаты:

- формируется целостное видение школьного курса и каждого из его разделов как проекций фундаментальных физических теорий;
- развивается навык обобщения;
- возникает основа для внутрипредметных и межпредметных связей;
- студент осваивает «метапозицию»: учится смотреть на школьный курс не снизу вверх (как ученик, осваивающий формулы), а сверху вниз (как учитель, понимающий, откуда эти формулы берутся).

Систематическая реализация описанного подхода в курсе «Основы теоретической физики» способствует формированию у будущего учителя физики целостного научного мировоззрения, методологической рефлексии и готовности к преподаванию физики на углублённом уровне.

Список литературы:

1. Болотова, Е.Л. О фундаментальности предметной подготовки обучающихся по образовательным программам естественнонаучной и математической направленности педагогического вуза // Преподаватель XXI век. 2019. №1–1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-fundamentalnosti-predmetnoy-podgotovki-obuchayuschih-sya-po-obrazovatelnyim-programmam-estestvennonauchnoy-i-matematicheskoy> (дата обращения: 12.04.2026).
2. Манько, Н. Н. Проективная визуализация дидактических объектов — детерминант развития обучающегося / Н. Н. Манько // Образование и наука. — 2015. — № 2 (121). — С. 25–43.
3. Мултановский, В. В. Курс теоретической физики. Классическая механика. Основы специальной теории относительности. Релятивистская

механика : учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / В. В. Мултановский. — Москва : Просвещение, 1988. — 303 с.

4. Мултановский, В. В. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика : учеб. пособие для вузов / В. В. Мултановский, А. С. Василевский. — 2-е изд., перераб. — Москва : Дрофа, 2006. — 347 с. — (Высшее образование).

5. Мултановский, В. В. Курс теоретической физики. Квантовая механика : учеб. пособие для студентов пед. и техн. вузов / В. В. Мултановский, А. С. Василевский. — 2-е изд., перераб. — Москва : Дрофа, 2007. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-358-01306-3.

6. Школа А. В. Логика построения курса теоретической физики в педагогическом университете // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. 2014. №9-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logika-postroeniya-kursa-teoreticheskoy-fiziki-v-pedagogicheskom-universitete> (дата обращения: 12.04.2026).

М.С. Красин¹, Е.Н. Типикина^{2,3}

Развитие методологической культуры обучающихся при решении задач
с астрономическим содержанием

¹*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга*

²*Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского,
г. Калуга*

³*Лицей №9 имени К.Э. Циолковского, г. Калуга*

В статье рассмотрены возможности развития методологической культуры обучающихся в процессе решения учебных задач с астрономическим содержанием. Обоснована целесообразность методологического подхода при обучении решению задач с астрономическим содержанием. Приведены примеры таких задач и некоторые методические аспекты их применения.

Ключевые слова: методика обучения астрономии, методологический подход, методологическая культура личности, учебные задачи.

M.S. Krasin¹, E.N. Tipikina^{2,3}

**Developing students' methodological culture when solving problems with
astronomical content**

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

K.E. Tsiolkovsky State Museum of the History of Cosmonautics, Kaluga

Lyceum No. 9 named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The article discusses the possibilities of developing students' methodological culture in the process of solving educational problems with astronomical content. The expediency of a methodological approach to teaching the solution of problems with astronomical content is substantiated. Examples of such problems and some methodological aspects of their application are given.

Key words: methodology of teaching astronomy, methodological approach, methodological culture of an individual, and educational tasks.

Методологическая культура личности – это интегральное качество личности, характеризующееся высоким уровнем усвоения методологических знаний и умений, личным опытом успешного решения проблемных ситуаций в различных сферах деятельности и принятием методологических норм и идей на личностном уровне в качестве ценностных ориентиров [6].

Формирование этих качеств и развитие методологической культуры личности в целом – длительный процесс, который начинается в раннем

детском возрасте и продолжается до тех пор, пока личность сохраняет стремление и способность саморазвитию.

Важным этапом в развитии методологической культуры личности человека являются школьные и студенческие годы. Надеяться на достижение всеми выпускниками средней школы и даже всеми выпускниками учебных заведений системы высшего образования такого уровня сформированности компонентов методологической культуры, который позволит говорить о наличии у них методологической культуры, не реально, но формировать эти качества, развивая методологическую культуру обучающихся, необходимо, если в качестве одной из целей среднего и высшего образования ставить обучение и воспитание граждан, способных эффективно и рационально решать поставленные перед ними общественно-полезные и личностно-значимые задачи.

Основным методом обучения и развития является вовлечение человека в деятельность по решению разнообразных учебных познавательных и методологических задач. Значимый вклад в развитие методологической культуры обучающихся могут внести задачи с астрономическим содержанием. Это объясняется несколькими особенностями таких задач: во-первых, существенным вкладом астрономических знаний, необходимых для решения таких задач, в формирование научной картины мира обучающихся; во-вторых, разнообразными межпредметными связями, которые привлекаются для решения таких задач и способствуют переходу усваиваемых в процессе обучения различным учебным предметам и учебным курсам методов решения на метапредметный уровень; в-третьих, обогащением арсенала усваиваемых методов решения, которые могут пригодиться в последующей жизни [2, 3, 4, 9, 11].

К решению задач с астрономическим содержанием учащиеся школьного возраста (в том числе учащиеся начальной и основной школы) могут привлекаться в рамках проведения следующих занятий:

- уроки учебных предметов естественнонаучного направления (в период, предшествующий началу системного обучения физике в 7 классе);
- уроки математики (угловые величины, относительность движения, счёт времени (в основной школе), (кривые второго порядка, степенная, показательная и логарифмическая функции, интеграл (в старшей школе));
- уроки физики (начиная с первоначальных сведений о строении вещества, заканчивая, элементами астрофизики, как завершающего раздела физики);
- уроки астрономии (в настоящее время учебный предмет астрономия отсутствует у учебном плане общеобразовательной школы, но в рамках

предмета физики на изучение астрономических сведений отводится раздел физики, вот эти уроки можно отнести к числу уроков астрономии):

- уроки географии (климатические пояса, часовые пояса, великие географические открытия);
- уроки истории (история науки и техники);
- элективные и факультативные курсы;
- курсы по подготовке к олимпиадам по астрономии;
- олимпиады по астрономии;
- астрономические кружки при школах, университетах, музеях.
- индивидуальные занятия астрономией;
- дистанционные курсы);
- самообразование.

При определении стратегии педагогического взаимодействия с обучающимися на учебных занятиях, предусматривающих, расширение и углубление их астрономических знаний и совершенствование умений применять эти знания, учитывая информационную доступность сведений об астрономических объектах [1, 10], представляется целесообразным реализовывать методологический подход [6]. Методологический подход в обучении астрономии и (или) обучении другим наукам с помощью сведений астрономического содержания [5, 7], предусматривает приоритет следующих видов деятельности педагога:

- 1) сообщение сведений о методах получения астрономических знаний;
- 2) создание ситуаций, стимулирующих к применению этих методов для получения новых знаний об астрономических объектах (в том числе частных знаний, не обладающих личностно-значимым потенциалом);
- 3) обучение оригинальным методам получения астрономических знаний с целью развития творческих способностей обучающихся, а также гипотетической востребованностью при решении проблемных ситуаций в последующей жизни;
- 4) стимулирование к привлечению знаний из других наук для получения информации об астрономических объектах;
- 5) стимулирование обучающихся к привлечению астрономических знаний для решения учебных задач из других разделов науки.

Рассмотрим примеры реализации этих методик.

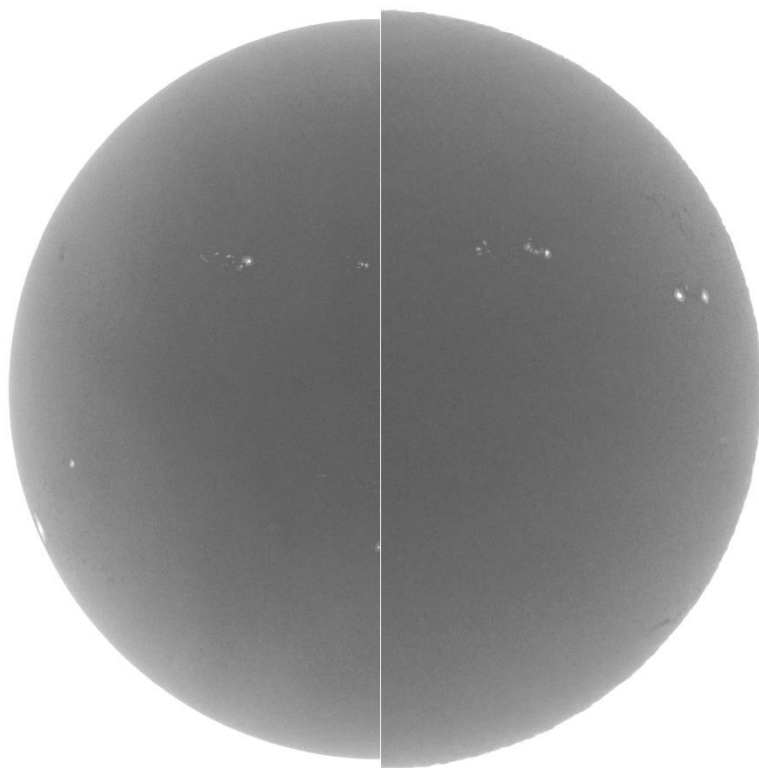
1. При сообщении сведений о геометрическом методе определения расстояния до объектов Солнечной системы и ближайших звёзд важно обращать внимание на способ измерения параллактического угла [9] (в большинстве учебников астрономии, к сожалению, этот аспект остаётся нераскрытым). При сообщении сведений о температурах поверхности звёзд сообщать о методе измерения интегральной светимости и применения закона

Стефана-Больцмана, о методе определения длины волны, на которую приходится максимум излучения с последующим применением закона смещения Вина, о методе измерения и учёта показателя цвета, о методе определения и учёта спектрального класса звезды, о методе, основанном на применении формулы Планка и др.

2. При поиске способа определения расстояния до Солнца целесообразно эвристически подвести обучающихся к идее совместного применения уже изученного метода горизонтального параллакса и третьего закона Кеплера, попутно повторив идею эвристического приёма «Введение вспомогательных элементов» [8, с.4]. При поиске решения проблемной ситуации, требующей определить расстояние до ближайших звёзд, можно эвристически подвести обучающихся к идее применения геометрического метода, аналогичного методу горизонтального параллакса при определении расстояний до объектов Солнечной системы, но использованию в качестве базиса не радиуса Земли, а радиуса орбиты Земли.

3. Оригинальным методом определения времени падения внезапно остановившегося спутника планеты или звезды, или времени аккреции вещества на протозвезду является переход к модели движения по «вырожденной кеплеровой орбите», позволяющей избежать сложного интегрирования, воспользовавшись довольно простым третьим законом Кеплера.

4. При оценке давления в недрах звёзд на расстоянии от центра равном половине радиуса звезды стимулировать обучающихся к использованию формулы давления столба жидкости. При определении температуры в недрах звезды главной последовательности подвести к идее применения уравнения Менделеева-Клапейрона (физика), в котором молярная масса звёздного вещества принимается равной половине молярной массы одноатомного водорода (химия). При поиске ответа на вопрос о направлении видимого суточного движения солнца по небосводу в южном полушарии привлечь знания из географии. При поиске ответа на вопрос: в чём причина различного размера Солнца на двух фотографиях, полученных с помощью одного и того же телескопа и выполненных с одинаковым масштабом, но сделанных в разное время (с интервалом приблизительно полгода) (см. рис. 1.), учащиеся (7 или 8 класса) подводятся к мысли, что если угловой размер Солнца уменьшился, то расстояние до него увеличилось (геометрия), а, следовательно, орбита Солнца не является круговой.



6 июля 2023 года

2 января 2023 года

Рисунок 1 Комбинированная фотография Солнца,

5. С целью формирования уверенности обучающихся в эффективности метода поиска искомого значения физической величины по площади под графиком и создания при этом проблемной ситуации, требующей творческого подхода к решению, можно предложить определить перемещение по графику скорости или работу по графику зависимости давления от объёма, или заряд по графику зависимости силы тока от времени, при условии, что этот исследуемый график (скорость от времени, давление от объёма, сила тока от времени) представляет собой эллипс (половину или четверть эллипса). Как показывает практика с этой задачей справляются те учащиеся, которые, решая задачи по небесной механике, запомнили формулу для расчёта площади эллипса.

Таким образом, получение обучающимися опыта решения задач с астрономическим содержанием на основе сформировавшихся у них знаний из различных наук, а также умения применять усвоенные методы

способствует не только формированию у них методологической компетентности, но и методологической убеждённости в ценности приобретённых научных знаний и личностной значимости освоенных методологических умений [6].

Список литературы:

1. Бартунов, О.С. Астрономия и Интернет: история взаимоотношений / О.С. Бартунов, В.А. Самодуров В.А. // Земля и Вселенная. –2010. –№ 1. – С. 49–59.
2. Винник, М.А. К вопросу о роли астрономического образования в обучении и развитии учащихся / М.А. Винник // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. Педагогика. – 2010. – № 2. – С. 169–173.
3. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. Задания. – URL: <https://olimpiada.ru/activity/75/tasks?ysclid=mnwrvaj7gz125261650> // (дата обращения: 22.03.2026).
4. Кондратьев А.С., Ляпцев А.В. Математическое моделирование при изучении физике: междисциплинарные исследования и метапредметные навыки / А.С. Кондратьев, А.В. Ляпцев // Физика в системе современного образования (ФССО-2013) Материалы XII международной научной конференции. Петрозаводск 3-7 июня 2013 г.: в 2 т/ отв. ред. А.И. Назаров – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, – 2013.. Часть 1. – С.321-326.
5. Красин, М.С. Геометрический способ при поиске и обосновании правильности решений учебных задач по астрометрии как способ формирования предметных знаний и методологических умений / М.С. Красин, Е.Н. Типикина. В сборнике: Математика в современном мире. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти советского математика, доктора физико-математических наук, профессора П.П. Коровкина / под ред. профессора А.Е. Краснова. – Калуга, КГУ им. К. Э. Циолковского. 2025. – С. 84-88.
6. Красин, М.С. Методологическая культура личности как цель образования. Монография. / М.С. Красин. – М.: Илекса. 2018. – 290 с.
7. Красин, М.С. Методологический подход в обучении астрономии в современной школе / М.С. Красин, Е.А. Лошкарева, Е.Н. Типикина // Школа Будущего. 2020. – №6 – С. 16-23
8. Красин, М.С. Решение сложных и нестандартных задач. Эвристические приемы поиска решений. / М.С. Красин. – М.: Илекса, 2009. – 360 с.
9. Методика преподавания астрономии в средней школе. Пособие для учителя / Б.А. Воронцов-Вельяминов и др. – М.: Просвещение, 1985. – 240 с.

10. Моя астрономия. Авторский сайт Шатовской Н.Е. – URL: <http://www.myastronomy.ru> // (дата обращения: 03.04.2026).
11. Сурдин, В.Г. Астрономические задачи с решениями / В.Г. Сурдин. – М.: Едиториал УРСС, 2012. – 240 с.

Т.И. Трунтаева, А.В. Коновалов

Контекстное обучение математике с литературным включением

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

В статье рассматриваются содержательные и методические возможности применения литературных элементов в обучении школьников математике в рамках реализации контекстного обучения. В качестве практического результата в статье перечислены методические приемы применения, созданного с помощью литературных средств социокультурного контекста на уроках математики, приведены примеры.

Ключевые слова: контекстное обучение, обучение математике в средней школе, межпредметные связи, интегрированное изучение учебных предметов, литература в обучении математике.

T.I. Truntaeva, A.V. Konovalov

Contextual mathematics teaching with literary inclusion

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

This article examines the substantive and didactic possibilities of using literary elements in the educational process in mathematics at secondary school within the framework of contextual learning. As a practical result, the article lists teaching approaches for applying the sociocultural context created through literary means in mathematics lessons, provides examples.

Keywords: contextual learning, mathematics teaching in secondary school, interdisciplinary connections, integrated study of academic subjects, literature in mathematics teaching.

Согласно современной парадигме школьного математического образования обучение математике в современной общеобразовательной школе направлено на достижение, прежде всего, следующих целей:

- воспитание и развитие способной к адаптации в изменяющемся мире личности средствами учебного предмета математики;
- развитие мышления учащихся и, в частности, таких его качеств как широта и креативность;
- формирование математических представлений учащихся в общекультурном контексте, расширение кругозора учащихся;

- формирование у учащихся единой картины мира как научной, так и духовно-нравственной, эмоционально-ценностной.

Достижение этих целей предполагает преобразование и обогащение применяемых в традиционной школе методов обучения математике. При этом особенно важно сохранить и преумножить у детей интерес к математике.

Выдающийся отечественный педагог К.Д. Ушинский подчёркивал значительные возможности малых литературных художественных форм как средства воспитания и обучения детей.

Применение малых литературных художественных форм в обучении математике может содействовать формированию у детей глубоких представлений о том, как устроены числа и пространство, о различных свойствах и отношениях математических объектов, о методологии математики, содействовать активизации внутреннего креативного потенциала в математической деятельности, обогащать эмоции, кругозор, развивать речь, а также оказывать психологическую поддержку в обучении.

Включение малых литературных художественных форм в обучение математике может осуществляться в рамках контекстного обучения.

Технология контекстного обучения разработана А.А. Вербицким [1]. В своём труде он обращает внимание на естественность контекстного обучения:

внутренний и внешний мир даны человеку не сами по себе, а в тех или иных предметных и социальных контекстах; целенаправленное поведение осуществляется в контексте, без принятия его во внимание организм находится во власти мгновенных состояний, которые он с трудом может регулировать.

В.А. Далингер считает, что «контексты должны направлять деятельность учащихся на осмысление реальной жизненной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определённый комплекс знаний, подлежащий усвоению при решении данной проблемы» [2].

И.Ю. Мацкевич и А.В. Титова ввиду подчинения обучения математике принципам фундаментализации и контекстности и поэтому более полной реализации методологической функции обучения математике, отмечают, что интеграция обучения является следствием синтеза научных знаний из разрозненных учебных тем и дисциплин при формировании единой картины мира как объективно существующей реальности [4].

А.А. Вербицкий выделяет, в частности, предметный и социокультурный контексты. Значение социокультурного контекста в обучении заключается в том, что его наличие придаёт учению личностный смысл, порождает интерес к «присвоению» содержания образования, расширяет рамки предметного содержания до общекультурного формата. Социокультурный контекст отражает нормы отношений и социальных действий вместе с их ценностной ориентацией. Предметный контекст отражает содержание осваиваемой предметной области.

В реализации межпредметных связей математики и литературы, в наполнении социокультурного контекста ведущую роль играет литература, а именно применение малых литературных художественных форм, литературных элементов в учебной работе с математическим содержанием.

Возможности интегрированного изучения математики и литературы рассматриваются в статьях [3, 5].

Таким образом, социокультурный контекст составляют малые литературные художественные формы, литературные элементы, уместно дополняющие предметный контекст, улучшающие его восприятие, понимание и запоминание (применение межпредметных связей, включение интегрированных заданий).

Предметный контекст включает в себе математические понятия и инструментарий, необходимый для анализа и структурирования информации, формализации и решения задач.

Далее опишем методические приёмы применения социокультурного (и созданного с помощью литературы) контекста на уроках математики согласно этапам урока изучения новых знаний. Под методическим приёмом вслед за И.Я. Лернером и М.Н. Скаткиным понимаем конкретные элементы деятельности на уроке. Конечно же эти элементы обеспечиваются определённым содержанием.

Методические приёмы для включения учащихся в активное восприятие знаний:

- припоминание (на основе межпредметных связей);
- задачи и вопросы на межпредметной основе;
- математические мифы, легенды, исторические экскурсы;
- сравнения;
- использование в качестве учебной доминанты стихотворений, цитат.

Методические приёмы на этапе изучения нового материала:

- отражение в литературе смысла математических понятий, идей, методов;

- образная иллюстрация математической идеи;
- рифмовки и образы, и сравнения как мнемонический приём.

Методические приёмы на этапе формирования умений и навыков, закрепления изученного:

- включение задач из литературных произведений;
- включение задач с сюжетом из литературных произведений, с литературными героями;
- включение задач в стихах.

Далее приведём примеры применения перечисленных приёмов.

1. Этап актуализации знаний на уроке.

- Методический приём: припоминание (применение рифмовок).

«А я знаю площадь круга,

И тому я очень рад!

Научу - ка я и друга:

эс равно пи р квадрат»

(В.Ф. Чучуков)

- Методический приём: задачи и вопросы на межпредметной основе.

Вопросы для разминки: назвать как можно больше пословиц/поговорок, содержащих числа или математические понятия («Семеро одного не ждут», «Одна голова – хорошо, а две – лучше», «Не имей сто рублей, а имей сто друзей» и др.).

- Методический приём: математические мифы, легенды, исторические экскурсы.

При знакомстве с симметрией относительно плоскости можно рассказать древний японский миф о появлении зеркала.

«Когда первые боги, породившие японцев, узнали, что их дети простые смертные — они плакали, как простые люди. Чтобы не видеть, как их дети будут поглощены Вечностью, боги решили уйти на небо, а детям в память о себе оставили зеркала. Глядя в них, дети в своих чертах должны были находить черты родителей и этим утешаться».

- Методический приём: сравнение (используются сюжеты и ситуации из литературных произведений).

При знакомстве с инверсией, с симметрией относительно плоскости можно использовать фрагменты сказки Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье»:

- чтобы приблизиться к Черной Королеве, Алиса идёт в противоположном направлении (чтобы приблизится к центру круга,

находясь в области снаружи, нужно идти от его центра вдаль на бесконечность согласно инверсии);

- Белая Королева рассказывает Алисе о преимуществах жизни «в обратную сторону»;

- «Зеркальные» близнецы Труляля и Траляля. Любимое выражение последнего «Задом наперёд, совсем наоборот!».

- Методический приём: использование в качестве учебной доминанты стихотворений, цитат.

При изучении свойств преобразования «движение», «подобие» на плоскости, в пространстве (то есть инвариантов движений, подобий) можно привести стихотворение Александра Блока:

«Ночь, улица, фонарь, аптека,
Бессмысленный и тусклый свет.
Живи ещё хоть четверть века —
Всё будет так. Исхода нет».

2. Этап изучения новых знаний на уроке.

- Методический приём: отражение в литературе смысла математических понятий, идей, методов.

Тема: «Обыкновенные дроби».

«Человек подобен дроби: в знаменателе — то, что он о себе думает, в числителе — то, что он есть на самом деле. Чем больше знаменатель, тем меньше дробь». (Л.Н. Толстой)

Тема: наибольшее и наименьшее.

«Благодарность человека — это наименьшее из его достоинств, неблагодарность — наибольший из пороков». (А.А. Дородницын, советский учёный-математик).

- Методический приём: образная иллюстрация математической идеи.

Изложим вариант первичного знакомства школьников с методом математической индукции на примере следующего задания: доказать, что n -й член арифметической прогрессии с первым членом a_1 и разностью d имеет вид $a_n = a_1 + d(n-1)$.

Все члены последовательности выстроены в бесконечную очередь: $a_1, a_2, \dots, a_n, \dots$

Спрашиваем первого в очереди: «Ты вычисляешься по этой формуле?» Он отвечает: «Да!» Далее доказываем теорему:

- если первый вычисляется, то вычисляется и второй;

- если второй вычисляется, то вычисляется и третий;

-если третий вычисляется, то вычисляется и четвёртый и т.д.

Только доказываем не каждую в отдельности (что невозможно, так как их бесконечно много), а все разом в одной: если n -й вычисляется, то вычисляется и $(n+1)$ -й. Таким образом, бежит «волна» и она добежит до любого члена в очереди.

- Методический приём: рифмовки, образы и сравнения как мнемонический приём. Приведём примеры таких рифмовок и сравнений:

- «иррациональные числа не годятся для охоты на уток – они не могут быть представлены в виде дроби»;

- «медиана – обезьяна, у которой зоркий глаз, прыгнет точно в середину стороны против вершины, где находится сейчас»;

- «биссектриса – это крыса, которая бежит по углам и делит угол пополам»;

- «высота похожа на кота, который выгнув спину, и под прямым углом соединит вершину и сторону хвостом».

3. Этап формирования умений и навыков, закрепления изученного на уроке.

- Методический приём: включение задач из литературных произведений.

Тема: «Ребусы» (Развлекательная математика).

Задача. «... Старший военный врач Бауце из aabbb граждан выловил abccc симулянтов и поймал бы на удочку последнего, если бы этого счастливчика не хватил удар в тот самый момент, когда доктор на него заорал: «Кругом!»...» В этом отрывке из романа «Похождений бравого солдата Швейка» Ярослава Гашека все цифры заменены латинскими буквами (одинаковые – одинаковыми, разные – разными). Сколько симулянтов разоблачил бдительный доктор Бауце?

- Методический приём: с сюжетом из литературных произведений, с литературными героями.

Тема: «Диофантовы уравнения» (олимпиадная математика).

Задача. Каждый житель, пришедший на спектакль «Королевский жираф», принёс с собой либо одну дохлую кошку, либо два кочана гнилой капусты, либо три тухлых яйца. Стоявший у входа Гекльберри Финн подсчитал, что кошек было 64 штуки. После спектакля оба артиста – король и герцог – были с ног до головы закиданы припасами, причём на долю каждого артиста досталось поровну предметов (а промахов жители Арканзаса не делают). Правда, король принял на себя лишь пятую часть всех яиц и седьмую часть всей капусты, но все дохлые кошки полетели именно в него. Сколько жителей пришло на представление?

- Методический приём: включение задач в стихах.

Тема: «Принцип Дирихле» (Олимпиадная математика)

Ни у кого из тысячи пиратов

Не наберётся тысячи дукатов.

Но даже самый маленький пират

Имеет все же хоть один дукат.

Так можно ли сказать о тех пиратах,

Что среди них – безусых и усатых,

Косматых, безбородых, бородатых –

Есть двое одинаково богатых?

Также можно выделить следующие возможности реализации социокультурного контекста в обучении математике с помощью литературы на внеклассных занятиях.

1. Проекты по темам:

- «Филология и математика» (например, частота применения глаголов света в творчестве Ф.М. Достоевского, постепенный переход от нейтрального «светить» и одухотворённого «сиять» к пошлomu «блестеть» и злomu «сверкать», применение статистики в данном исследовании);

- «Точность в математике и поэзии» (ритмический рисунок стиха: ямб, хорей и др., логическая структура текста);

- «Писатели и поэты в математике»: М.Ю. Лермонтов (очень любил решать задачи), А.С. Грибоедов (окончил физмат МГУ) и др.;

- «Математики – поэты и писатели»: Омар Хайям, Льюис Кэрролл, Бертран Рассел (лауреат нобелевской премии по литературе), С.В. Ковалевская, А.Я. Хинчин и др.

2. Художественные произведения, научные рассуждения о математических идеях, раскрывающие их философский смысл:

- Мартин Гарднер «Нульсторонний профессор»;

- Мартин Гарднер «Остров пяти красок».

3. Философия и математика.

- учение пифагорейцев;

- картезианство;

- рационализм Лейбница и эмпиризм Ньютона.

4. Математические сказки и сценки.

В заключение отметим, что применение литературных включений в обучении школьников математике показывает свою эффективность при соблюдении следующих условий.

1. Литературные включения должны естественным образом дополнять математическое содержание, иметь культурное, социальное значение или помогать пониманию и запоминанию изучаемого математического содержания. Математика изучает окружающий нас мир, а именно, как устроены числа и пространство. Философия и литература помогают осмыслить математические результаты.

3. Изучая тот или иной предмет, учащиеся узнают много новых фактов, положений, выводов, законов. Чтобы они были более осознанно и прочно усвоены, необходима систематическая работа по закреплению изученного материала. Для этого важно делать учебный материал ярким, запоминающимся, воздействовать на эмоции учащихся, находить опору в чувственном восприятии детьми окружающего мира, и тем самым прочно встраивать новые знания в систему их представлений. Применение литературных фрагментов подчинено выполнению именно этой задачи.

4. Необходимо соблюдать меру, ведь даже самые нетрадиционные моменты урока, если они применяются слишком часто, становятся обыденными, что может привести к падению у школьников интереса к предмету.

Список литературы:

1. Вербицкий А.А. Новая образовательная парадигма и контекстное обучение: Монография / А.А. Вербицкий. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. – 75с.
2. Далингер В.А. Контекстный подход к обучению учащихся математике / В.А. Далингер // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – №4. – С.101-103.
3. Короткова К.В. Интеграция литературы и математики: плюсы и минусы / К.В. Короткова // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 201-. - №16-2. – С.95-100.
4. Мацкевич И.Ю., Титова А.В. Дифференциация и интеграция обучения как методическая проблема в условиях контекстного обучения математике / И.Ю. Мацкевич, А.В. Титова // Математическое образование: современное состояние и перспективы. Материалы Международной научной конференции. – Могилев, 2019. – С.225-228.
5. Самсонова Т.И., Середа Т.Ю. Формирование познавательного интереса на уроках математики через межпредметные связи математики и литературы / Т.И. Самсонова, Т.Ю. Середа // Опыт образовательной организации в сфере формирования цифровых навыков. Сборник материалов

Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. – Чебоксары, 2019. – С.222-226.

А.А. Петрушин^{1,2}**Расчетно-экспериментальное исследование течения охлаждающего воздуха в пучке оребренных труб**¹ЗАО «НПВП «Турбокон», г. Калуга²Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Представлены результаты экспериментального исследования теплогидравлических характеристик макета воздушно-конденсационной установки (ВКУ) с оребренным трубным пучком. Испытания выполнены на специальном стенде в диапазоне тепловых нагрузок 3–12 кВт и частот вращения вентилятора 12–43,5 Гц. Определены потери давления, расход и температура охлаждающего воздуха, число Рейнольдса и тепловая мощность, отводимая воздушным потоком. Показано, что при увеличении частоты вращения вентилятора потери давления возрастают от значений, близких к нулю, до 271,3 Па, а тепловая мощность по воздуху — от 1,52 до 7,76 кВт. Установлено, что рост частоты вентилятора сопровождается увеличением числа Рейнольдса примерно от $1,6 \cdot 10^4$ до $1,39 \cdot 10^5$, что отражает интенсификацию течения и теплообмена в межтрубном пространстве. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения и верификации расчётных методик проектирования ВКУ.

Ключевые слова: воздушно-конденсационная установка, оребренный трубный пучок, потери давления, теплообмен, гидравлическое сопротивление.

A.A. Petrushin**Calculation and experimental study of the flow of cooling air in a bundle of finned tubes**¹«Turbokon», Kaluga²Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga

The results of an experimental study of the thermal-hydraulic characteristics of a prototype air-cooled condensing unit (ACU) with a finned tube bundle are presented. Tests were performed on a dedicated rig with heat loads ranging from 3–12 kW and fan speeds of 12–43.5 Hz. Pressure losses, cooling air flow rate and temperature, Reynolds number, and airflow heat output were determined. It is shown that with increasing fan speed, pressure losses increase from near-zero to 271.3 Pa, while airflow heat output increases from 1.52 to 7.76 kW. It was found

that increasing fan speed is accompanied by an increase in the Reynolds number from approximately $1.6 \cdot 10^4$ to $1.39 \cdot 10^5$, reflecting increased flow and heat transfer in the intertube space. The results can be used to refine and verify calculation methods for VCU design.

Key words: air-cooled condensing unit, finned tube bundle, pressure loss, heat transfer, hydraulic resistance.

Воздушно-конденсационные установки применяются в энергетике как аппараты для отвода теплоты конденсации в атмосферный воздух при отсутствии или ограниченности водяного охлаждения. Эффективность работы ВКУ определяется не только площадью поверхности теплообмена, но и аэродинамическими характеристиками трубного пучка, которые влияют на требуемый расход воздуха, мощность вентиляторов и общий энергетический баланс установки. В связи с этим экспериментальное определение теплогидравлических характеристик макета ВКУ представляет интерес как для оценки работоспособности конкретной конструкции, так и для верификации расчётных методик [2].

В представленной работе исследуется макет ВКУ с оребрёнными трубами. Целью работы является определение зависимостей потерь давления и тепловой мощности, отводимой воздушным потоком, от режима работы вентилятора, а также анализ изменения этих характеристик в зависимости от числа Рейнольдса. Дополнительной задачей является сопоставление экспериментальных данных с расчётными оценками, используемыми при проектировании воздушно-конденсационных установок.

Экспериментальная установка и методика исследования

Чертёж исследуемого макета ВКУ приведён на рисунке 1. Испытания проводились на специально разработанном стенде, схема которого представлена на рисунке 2. В состав стенда входили макет ВКУ, расходомерное устройство, вентилятор, электронагреватель воздуха, система измерения температур и мерная ёмкость. Исследования выполнялись на установившихся режимах с последующей обработкой результатов измерений.

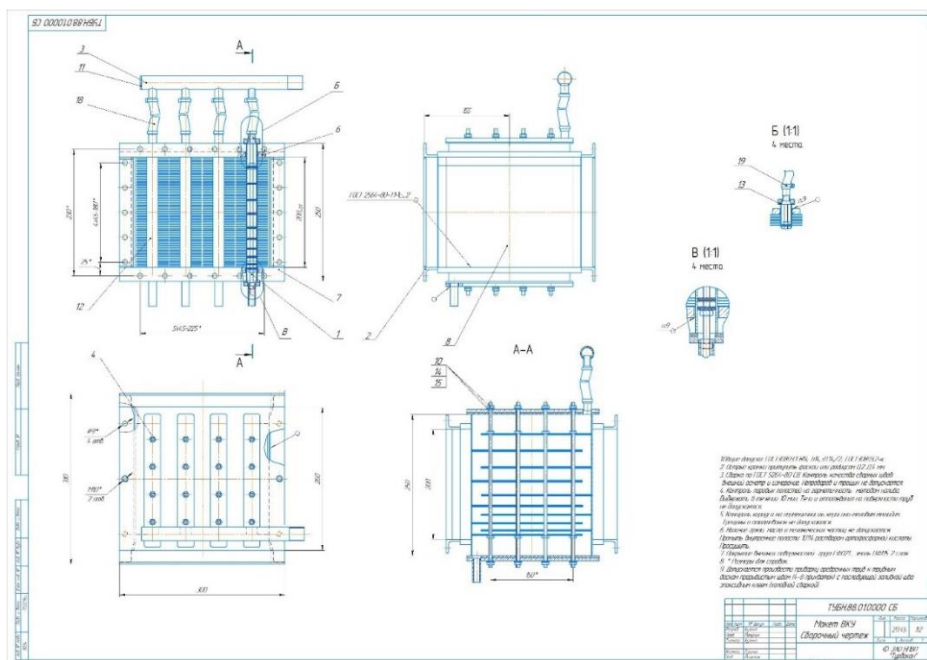


Рисунок 1 - Чертеж макета ВКУ

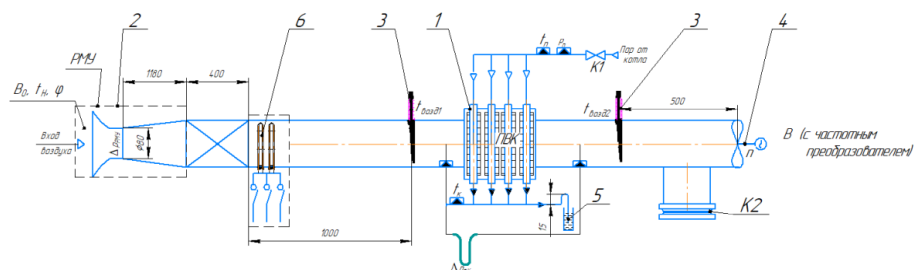


Рисунок 2 – Схема экспериментального стенда макета ВКУ

Испытания были проведены в нескольких сериях, охватывающих диапазон тепловых нагрузок от 3 до 12 кВт. Частота вращения вентилятора изменялась в диапазоне от 12 до 43,5 Гц. На каждом установившемся режиме выполнялось по несколько замеров, после чего определялись средние значения основных параметров.

Потери давления в макете ВКУ определялись по разности давлений на входе и выходе из оребрённого пучка:

$$\Delta p = p_{\text{вх}} - p_{\text{вых}}$$

Для характеристики режима течения охлаждающего воздуха использовалось число Рейнольдса:

$$Re = \frac{w d_{\Gamma}}{\nu}$$

где w — скорость воздуха в узком сечении, d_{Γ} — гидравлический диаметр, ν — кинематическая вязкость воздуха.

Тепловая мощность, отдаваемая воздушным потоком, определялась по изменению энтальпии воздуха:

$$Q_{\text{возд}} = G_{\text{возд}}(i_{\text{вых}} - i_{\text{вх}})$$

где $G_{\text{возд}}$ — расход воздуха, $i_{\text{вх}}$ и $i_{\text{вых}}$ — энтальпии воздуха на входе и выходе из макета ВКУ.

При интерпретации результатов необходимо учитывать, что на малых режимах перепад давления близок к пределу чувствительности измерения. Поэтому нижняя часть диапазона рассматривается как область малых перепадов, близких к нулю, и не должна переоцениваться при анализе гидравлического сопротивления.

Результаты экспериментального исследования

Для иллюстрации характерных режимов в таблице 1 приведены обобщённые экспериментальные данные, использованные при построении графиков.

Таблица 1 – Характерные экспериментальные режимы работы макета ВКУ

Тепловая нагрузка, кВт	Частота вентилятора, Гц	Потери давления, Па	Число Рейнольдса	Тепловая мощность по воздуху, кВт
3	12	-6,9	15652	1,522
6	25	24,4	$4,5 \cdot 10^4$	3,6
9	40	72,5	$9,1 \cdot 10^4$	6,625
9	42,5	86,3	$9,27 \cdot 10^4$	6,598
12	43,5	271,3	$1,39 \cdot 10^5$	7,762

На рисунке 3 представлена зависимость потерь давления в макете ВКУ от частоты вращения вентилятора. Из графика видно, что с ростом частоты вращения вентилятора потери давления возрастают нелинейно. На нижней границе исследованных режимов перепад давления принимает значения,

близкие к нулю, тогда как в верхней части диапазона достигает 271,3 Па. Для характерных режимов при 25 Гц потери давления составляют 24,4 Па, при 40 Гц — 72,5 Па, а при 43,5 Гц — 271,3 Па.

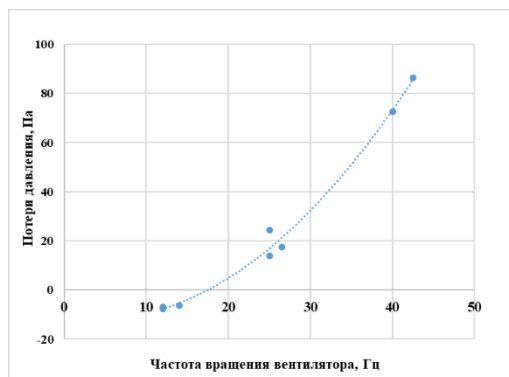


Рисунок 3 – Зависимость потерь давления в макете ВКУ от частоты вращения вентилятора

Полученный характер зависимости соответствует физике течения через оребренный трубный пучок: увеличение скорости движения воздуха в межтрубном пространстве приводит к росту локальных и распределенных потерь, а сама зависимость носит выраженный нелинейный характер. Рост потерь давления при увеличении частоты вентилятора важен не только с точки зрения аэродинамики, но и с точки зрения энергетических затрат на привод вентилятора. Поэтому полученная кривая представляет практический интерес для выбора рационального режима работы ВКУ.

На рисунке 4 показана зависимость тепловой мощности, отводимой воздушным потоком, от частоты вращения вентилятора. По экспериментальным данным тепловая мощность по воздуху возрастает от 1,522 кВт на нижней границе исследованных режимов до 7,762 кВт на верхнем режиме. Для промежуточных режимов получены значения 3,600 кВт при 25 Гц, 6,625 кВт при 40 Гц и 6,598 кВт при 42,5 Гц. Следовательно, увеличение расхода охлаждающего воздуха сопровождается усилением теплоемкости с поверхности трубного пучка.

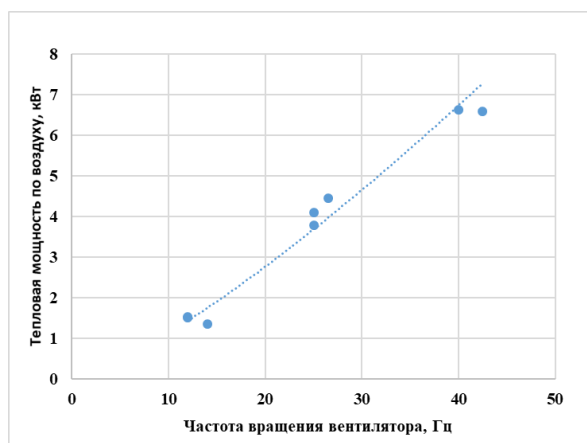


Рисунок 4 – Зависимость тепловой мощности, отводимой воздушным потоком, от частоты вращения вентилятора

Следует отметить, что зависимость $Q_{\text{возд}}(f)$ определяется не только частотой вентилятора, но и уровнем подведённой тепловой мощности. Тем не менее общий тренд на рисунке 4 отражает основную физическую закономерность: при повышении расхода воздуха возрастает интенсивность теплообмена между оребрённой поверхностью и охлаждающим потоком. Именно поэтому график тепловой мощности необходимо рассматривать совместно с графиком потерь давления, а не изолированно.

На рисунке 5 представлена зависимость потерь давления от числа Рейнольдса.

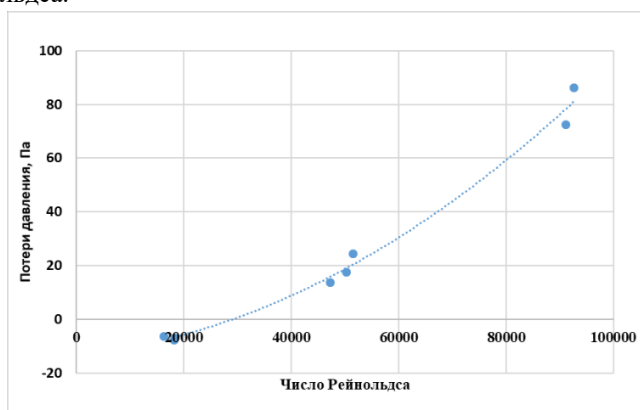


Рисунок 5 – Зависимость потерь давления в макете ВКУ от числа Рейнольдса

Этот график позволяет перейти от описания результатов через управляющий параметр вентилятора к более универсальной форме представления через безразмерный критерий течения. По данным испытаний число Рейнольдса в исследованных режимах возрастает примерно от $1,6 \cdot 10^4$ до $1,39 \cdot 10^5$. При этом рост Re сопровождается систематическим увеличением потерь давления, что подтверждает связь между интенсификацией течения в узком межтрубном сечении и увеличением гидравлического сопротивления оребрённого пучка.

Использование зависимости $\Delta p = f(Re)$ является более инженерно содержательным по сравнению с анализом только по частоте вращения вентилятора, так как позволяет сопоставлять результаты с расчётными зависимостями и обобщать данные для других режимов и конструкций.

Сопоставление расчётных и экспериментальных данных

Сопоставление экспериментальных данных по потерям давления с аппроксимирующей расчётной зависимостью, построенной по данным таблицы 1, представлено на рисунке 6.

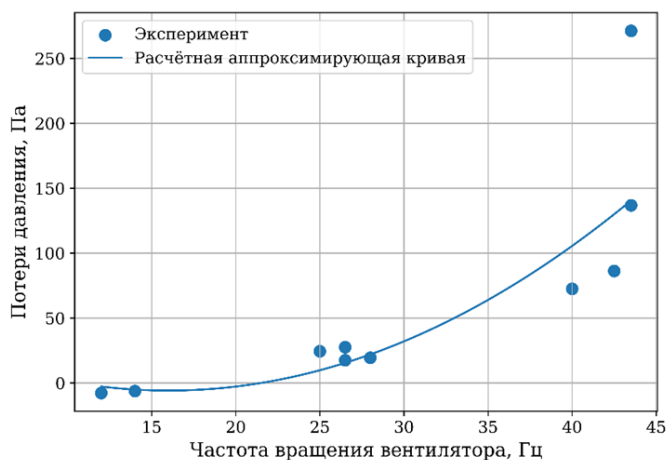


Рисунок 6 – Сопоставление экспериментальных данных и аппроксимирующей расчётной зависимости потерь давления в макете ВКУ

Дополнительным подтверждением корректности применённой расчётной методики служат результаты её верификации. Показано, что погрешность определения коэффициента теплопередачи по методике расчёта ВКУ не превышает 6,8 %. Среднеквадратичная погрешность

экспериментальных данных составила около 3 % по расходу воздуха, $\pm 0,5$ °C по температуре воздуха и не более 5,6 % по тепловому балансу. Это показывает, что экспериментальная база обладает достаточной достоверностью для использования в задачах проверки и уточнения расчётной методики. Следует, однако, учитывать, что качество теплового баланса на отдельных режимах различается. На ряде режимов небаланс составляет порядка 1,9–7,1 %, а в одном из верхних режимов достигает 18,53 %. Поэтому при анализе верхней части диапазона нагрузок необходимо сохранять осторожность и учитывать особенности конкретного режима. Тем не менее общий массив данных остаётся пригодным для инженерного анализа и подтверждения основных закономерностей течения и теплообмена в макете ВКУ.

Результаты исследований

Выполнены экспериментальные исследования теплогидравлических характеристик макета ВКУ с оребрённым трубным пучком в диапазоне тепловых нагрузок 3–12 кВт и частот вращения вентилятора 12–43,5 Гц. Установлено, что при увеличении частоты вращения вентилятора потери давления в макете ВКУ возрастают от значений, близких к нулю, до 271,3 Па, что отражает рост гидравлического сопротивления оребрённого пучка при интенсификации воздушного потока. Одновременно с этим тепловая мощность, отводимая воздушным потоком, увеличивается от 1,522 до 7,762 кВт, что подтверждает усиление теплообмена при повышении расхода воздуха. Показано, что число Рейнольдса в исследованных режимах изменяется примерно от $1,6 \cdot 10^4$ до $1,39 \cdot 10^5$, а зависимость $\Delta p = f(Re)$ позволяет более обоснованно интерпретировать результаты с инженерной точки зрения. Сопоставление экспериментальных данных с расчётной аппроксимирующей зависимостью показывает удовлетворительное согласование в исследованном диапазоне режимов. Полученные результаты могут быть использованы для инженерной оценки характеристик ВКУ и дальнейшего уточнения расчётной методики.

Список литературы:

1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.; Машиностроение, 1992.— 672 с.
2. Мильман О.О., Федоров В.А. Воздушно-конденсационные установки и сухие градирни. — Калуга: Манускрипт, 2019. — 388 с.

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
Калужского государственного
университета имени К.Э. Циолковского

Серия
Естественные и технические науки

2026

