

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ



**Серия
Естественные
и технические науки**

2024

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

2024

Калуга – 2024

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. 2024. – Калуга: Издательство КГУ имени К.Э. Циолковского, 2024. – 161 с.

ISBN 978-5-88725-755-6

В настоящее издание включены материалы докладов секций естественно-научной и технической направленности Шестых Калужских университетских чтений, которые проходили 10-11 апреля 2024 года.

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

Редакционная коллегия:

Исадченко С.О. (гл. редактор)
Багдасарян А.С.
Голофеева А.С.
Захарова М.В.
Коненкова Н.В.
Ларионова В.М.
Пустовит С.О.
Сережкин Л.Н.

ISBN 978-5-88725-755-6

© КГУ им. К.Э. Циолковского, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

Герасимова В.И. Применение преобразования Гильберта для распознавания сигналов	6
Днепровская П.Ю., Картусова А.Ю. Методика расчёта оптимального числа вентиляторов для сухих вентиляторных градирен.....	11
Красин М.С., Шехматов А.П. Формирование у учащихся 7-9 классов умения применять метод дифференцирования для решения задач по физике.....	15
Осипов А.И., Сережкин Л.Н. Использование программ для визуализации и расчёта электрических цепей в рамках изучения курса «Электричество» в высшей школе.....	21
Степович М.А., Каминская Т.П., Шипко М.Н., Стулов А.В., Калманович В.В. Оптическая микроскопия аморфных электротехнических сплавов на основе FeSiBNb.....	26

БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Кузьмичев В.Е. Шмели Калужской области по данным GBIF.....	33
Никанорова А.М. Краткий исторический обзор моделирования трансмиссивных болезней.....	40
Чижова Ю.В., Евсева А.А. Изучение пространственно-волновых воздействий Луны на здоро- вье человека.....	43
Эндебера О.П. Опыт исследования возможностей применения КВЧ излучения в прикладной энтомологии в Калужском университете.....	48

ГЕОГРАФИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Алейников О.И. Региональные исследования Калужской области по географическому районированию.....	55
Захарова М.В. Технологии визуализации спутниковых снимков в программе ScanEx Image Processor.....	65

Ковба В.И.

Военная география – современные взгляды на деление геостратегического пространства театров военных действий..... 70

Меленчук В.И.

Сравнительный анализ учебных пособий по родоноведению Калужского региона..... 78

Петровская Т.К., Соложенкова К.В., Сулова Э.Ю.

Анализ экологических факторов при оценке земель городских населённых пунктов..... 87

ХИМИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

Ахлебнин А.К., Маерле А.А.

Синтез мезопористых гибридных материалов на основе органосиликатов с комплексами Co(II) и Cr(III) в их структуре..... 95

Богачев Е.В., Ахлебнин А.К.

Исследование биологически активных соединений в экстрактах из клубней картофеля..... 101

Васюков А.Е., Иванова В.Е., Лебедева С.А., Маньшина И.В., Шошина Р.Р.

Особенности определения концентрации общего железа и его содержания в родниковых водах..... 111

Васюков А.Е., Сомик Ю.Б.

Закономерности сорбции ионов цинка отходами черного чая из модельных растворов..... 118

Волкова С.А., Ефанов Н.В.

Цифровой микроскоп как средство познания при изучении дисциплины «Строение вещества»..... 122

Гаранин Р.А., Воронова, А.П., Рузанова Е.Д., Федосов Л.О.

Сорбционные свойства биосорбентов на основе активированных сухих дрожжей иммобилизованных на альгинатах в отношении ионов Zn и Cu..... 128

Ларионов Е.А., Ларионова В.М., Рудова А.Р.

Определение биологически активных веществ в тмине обыкновенном (*Carum carvi*)..... 138

Мешалкин А.В., Жукова М.И.

Сорбция ионов никеля из растворов листопадом клёна остролистного..... 142

Мешалкин А.В., Полякова О.С.

Поглощение ионов меди из растворов суспензией гидроксида магния..... 148

Мешалкин А.В., Полякова О.С.

Соосаждение ионов меди с осадком гидроксида железа (III) в присутствии аммиака..... **151**

Самсонова Д.П., Ларионов Е.А., Ларионова В.М.

Исследование гриба *Cordyceps militaris* и биологически активных добавок, изготовленных на его основе, методами ТСХ, УФ-спектроскопии и гравиметрии..... **157**

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

УДК 004.93

Применение преобразования Гильберта для распознавания сигналов В.И. Герасимова

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

В статье рассматриваются возможности применения преобразования Гильберта для выделения информативных признаков детерминированных сигналов различной формы, проведены численные эксперименты по распознаванию сигналов с использованием фильтров различного порядка.

Ключевые слова: сигнал, преобразование Гильберта, инвариантные признаки, распознавание, порядок фильтра.

Application of the Hilbert transform for signal recognition

V.I. Gerasimova

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

The article discusses the possibilities of using the Hilbert transform to identify informative features of deterministic signals of various shapes, numerical experiments on signal recognition using filters of various orders are carried out.

Key words: signal, Hilbert transform, invariant signs, recognition, filter order.

Преобразование Гильберта (ПГ) – это математическая операция, которая сдвигает фазу сигнала на 90° и позволяет формировать аналитический сигнал – комплексный сигнал, реальной частью которого является исходный сигнал, а мнимой – его ПГ [1]. Преобразование Гильберта имеет широкий спектр применений в различных сферах деятельности. Оно используется в цифровой обработке сигналов для анализа и фильтрации сигналов, в медицинской диагностике для обработки медицинских изображений, в финансовой аналитике для прогнозирования рыночных трендов, а также в машинном обучении и искусственном интеллекте для анализа данных и распознавания образов.

Ортогональным дополнением сигнала $s(t)$ называется сигнал $s_{\perp}(t)$, такой что $\int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cdot s_{\perp}(t) dt = 0$. При этом $s_{\perp}(t)$ тождественно не равен 0. ПГ позволяет рассчитать ортогональное дополнение сигнала $s(t)$ [1, 3]:

$$s_{\perp}(t) = P \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{s(\tau)}{\pi(t-\tau)} d\tau = \frac{1}{\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{\varepsilon}^{\infty} \frac{s(t+\tau) - s(t-\tau)}{\tau} d\tau.$$

Таким образом, ПГ – это результат свертки сигнала $s(t)$ с функцией $h(t) = 1/(\pi \cdot t)$, т.е. $s_{\perp}(t) = s(t) * h(t)$. Функция $h(t)$ называется ядром ПГ, и по сути является импульсной характеристикой линейного фильтра. Фильтр с импульсной характеристикой $h(t) = 1/(\pi \cdot t)$ называется фильтром Гильберта (ФГ).

Преобразование или оператор Гильберта позволяет сформировать аналитический сигнал – комплексный сигнал вида:

$$z(t) = s(t) + i \cdot s_{\perp}(t) = S(t) \cdot e^{i\Phi(t)}.$$

В цифровом представлении импульсная характеристика цифрового фильтра Гильберта равна нулю при четном k , а при нечетном $k = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$ $h(k) = \frac{2}{\pi \cdot k}$ [2, 3]. Импульсная характеристика фильтра 24 порядка представлена на рис. 1.

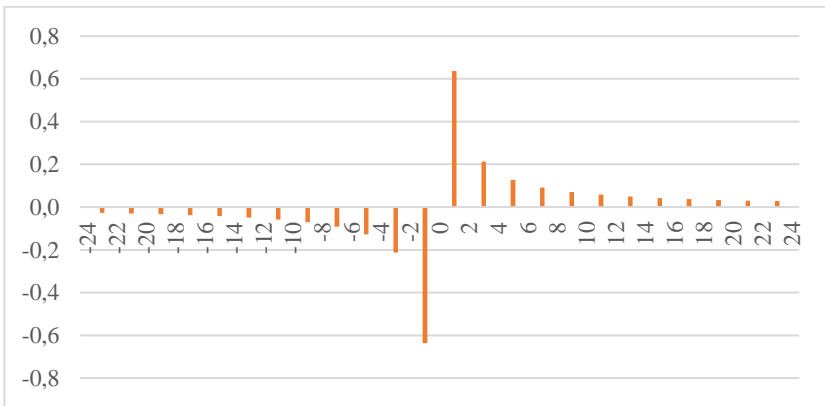


Рисунок 1 – Фильтр Гильберта 24-го порядка

На практике использовать ФГ бесконечного порядка невозможно. С увеличением порядка увеличивается вычислительная нагрузка. Кроме того, использование длинных фильтров для коротких сигналов приводит к тому, что результат «размывается» в силу нелокального характера ядра $h(n)$ ПГ, которое выделяет прошлое и будущее (с «забыванием») для каждого отсчёта дискретного сигнала.

Выбор порядка фильтра и его обоснование – это тема, на которую написано большое число публикаций, однако, однозначного обоснованного

критерия нет. В данной работе был рассмотрен наименьший порядок фильтра (ФГ2), который позволяет различить сигналы похожей формы.

Как было замечено выше, отсчёты в сигнале $s_{\perp}(n)$ оказываются причинно-связанными (в силу не локальности ядра ПГ). Поэтому целесообразно построить новый сигнал, своеобразный хэш-образ $H(n) = H[s(n), s_{\perp}(n)]$, гистограмма $hist(H)$ значений которого не будет вырождена по перетасовке отсчётов сигнала $s(n)$. Численный эксперимент подтвердил, что наиболее подходящим хэш-образом будет образ, определяющийся по формуле:

$$H(n) = \frac{s(n)s(n-1)}{\sqrt{s^2(n) + s_{\perp}^2(n)}\sqrt{s^2(n-1) + s_{\perp}^2(n-1)}} + \frac{s_{\perp}(n)s_{\perp}(n-1)}{\sqrt{s^2(n) + s_{\perp}^2(n)}\sqrt{s^2(n-1) + s_{\perp}^2(n-1)}}$$

Рассмотрим два внешне похожих сигнала: треугольной и гауссовой формы (рисунок 2) и построим гистограммы их хэш-образов (рисунок 3 и 4)



Рисунок 2 – Импульсные сигналы

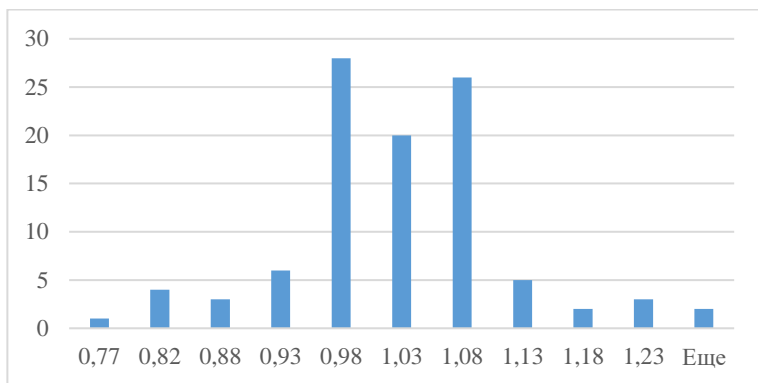


Рисунок 3 – Гистограмма хэш-образа треугольного сигнала

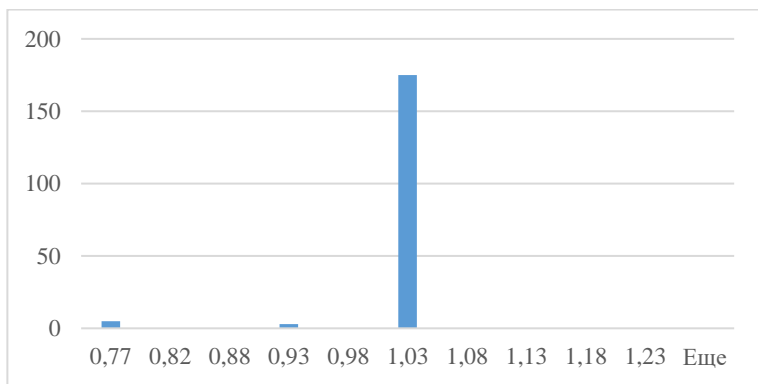


Рисунок 4 – Гистограмма хэш-образа сигнала гауссовой формы

Используя в качестве критерия различия «расстояние» между гистограммами, можно сделать вывод, что использовать ФГ 2 достаточно для того, чтобы два внешне похожих сигнала можно было различить.

Заключение:

Критерий выбора порядка цифрового фильтра Гильберта является актуальной проблемой в теории распознавания сигналов. Дальнейшее исследование планируется провести для импульсных сигналов ЭКГ, проанализировав возможности фильтров разных порядков.

Список литературы:

1. Титчмарш, Э.Ч. Введение в теорию интегралов Фурье / Э.Ч. Титчмарш. – Москва: Ленинград: Гос. изд-во техн. -теорет. лит., 1948. – 418 с.

2. Koskivaara, Olli. The Hilbert Transform / Olli Koskivaara // Mathematics course on Fourier analysis lectured in the winter of 2015 at the University of Jyväskylä by Esa Vesalainen. – 2015. – 15 p.
3. Kak, S. Hilbert transformation for discrete data / S. Kak // International Journal of Electronics. – 1973. – Vol. 34. – P. 177-183.
4. Koskivaara, Olli. The Hilbert Transform / Olli Koskivaara // Mathematics course on Fourier analysis lectured in the winter of 2015 at the University of Jyväskylä by Esa Vesalainen. – 2015. – 15 p.
5. Краснов, А.Е. Использование Гильберт-фильтрации электромагнитного сигнала для выделения инвариантных признаков его пространственной структуры / А.Е. Краснов // Автометрия. – 1987. – № 5, – С. 102-103.
6. Huang, N.E., Shen, Z. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / N.E. Huang, Z. Shen, S.R. Long, M.C. Wu, H.H. Shih, Q. Zheng, N.C. Yen, C.C. Tung, , H.H. Liu // Proceedings of R. Soc. London. – Ser. A. – 1998. – P. 903-995.
7. Nikol'skii, D.N., Krasnov, A.E. Preparing Traffic to Analyze the Dynamics of Its States by Method of Partial Correlations / D.N. Nikol'skii, A.E. Krasnov // Communications in Computer and Information Science. – Vol 1748. – P. 269-281.
8. Котов, В.В. Использование гистограммных оценок в задачах распознавания / В.В. Котов // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 4. – С. 40-42.

**Методика расчёта оптимального числа вентиляторов
для сухих вентиляторных градирен**

П.Ю. Днепровская, А.Ю. Картусова

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

Рассмотрены и проанализированы различные способы повышения эффективности работы сухих вентиляторных градирен. Приведены результаты расчёта по определению оптимального количества вентиляторов на основании ранее разработанной методики расчёта для многосекционной сухой вентиляторной градирни.

Ключевые слова: сухая вентиляторная градирня, ТЭЦ, оптимизация, вентиляторы, эффективность.

**Methodology for calculating the optimal number of fans
for dry fan cooling towers**

P.Yu. Dneprovskaya, A.Yu. Kartusova

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

Various ways to improve the operating efficiency of dry fan cooling towers were reviewed and analyzed. The calculation results for determining the optimal number of fans based on a previously developed calculation methodology for a multi-section dry fan cooling tower are presented.

Key words: dry fan cooling tower, thermal power plant, optimization, fans, efficiency.

Градирни представляют одну из важных составляющих оборудования водооборотного цикла на электростанциях. Наиболее экономичными из них являются сухие вентиляторные градирни (СВГ), поскольку обеспечивают устойчивое охлаждение воды, располагают более высокими тепловыми нагрузками, имеют более глубокое охлаждение воды [1, 2]. Реальным конкурентом сухим вентиляторным градирням выступают мокрые градирни с вентиляторными установками или вытяжными башнями. Их основное преимущество – это меньшие капиталовложения при более глубоком охлаждении циркуляционной воды.

Однако их недостатком являются потери воды на испарение, унос капельной влаги и продувку для поддержания допустимых показателей водно-

химического режима. Например, для башенных градирен они составят в летнее время 3-4 % общего расхода пара в конденсатор.

Поэтому поиск путей совершенствования и повышения эффективности работы для СВГ является актуальной задачей.

Вентиляторы являются наиболее важными узлами установок воздушного охлаждения, обеспечивающими достижение требуемых характеристик [3].

Выбор вентиляторов осуществляют с учётом предъявляемых к ним требований, таких как:

- обеспечение требуемого расхода охлаждающего воздуха при заданных гидравлических сопротивлениях воздушного тракта;
- выполнение норм по шуму и вибрациям;
- сохранение работоспособности при заданных температурах воздуха на входе вентиляторов;
- надёжность и долговечность (общий ресурс, межремонтный период и т.п.);
- обеспечение переменной частоты вращения вентилятора (в заданном диапазоне оборотов).

Известна конструкция с отражателем воздуха, с помощью которого происходит турбулизация потока и равномерное распределение воздуха по всему сечению градирни, что способствует повышению её производительности [4].

Возможно применение усовершенствованных вентиляторов с широкими профилями лопастей фирмы АО «ФАНС», имеющими более высокий КПД [3].

В ранее опубликованной работе [5] приводится методика расчёта многосекционной СВГ для определения оптимального количества вентиляторов, по которой был выполнен расчёт для СВГ Свободненской ГРЭС из 8 секций.

Теплосъём $Q = 150$ МВт и коэффициент теплопередачи $K = 44$ Вт/м² принимаются постоянными.

Основные параметры, участвующие в расчёте

1. Мощность на привод вентиляторов

$$N_{\text{в}} = n \cdot N_{\text{в1}} \quad (1)$$

где $N_{\text{в}}$ – мощность на привод вентилятора, кВт, n – количество вентиляторов, $N_{\text{в1}}$ – мощность на привод 1 вентилятора, кВт.

2. Давление в конденсаторе P_k (14,3 кПа), массовые расход воды $G_w = 312 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ (на 1 секцию), пара $G_n = 63,4 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ и воздуха $G_b = 135 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$, мощность турбины $N_m = 80$ МВт, мощность на привод насосов (2 насоса 560 кВт), площадь теплообмена (2644 м²), термическое сопротивление, температуры сред и т.д. обычно известны на основании эксплуатационных данных конкретной градирни.

3. Располагаемый перепад температур

$$\Delta_0 = \frac{Q}{\varepsilon G_w n} = t_{w1} - t_{b1}, \quad (2)$$

где t_{w1} - температура воды на входе, °С; t_{b1} температура воздуха на входе в секцию, °С.

4. $NTU = \frac{KF}{G_w C_p}$ - (number of transfer units), параметр, связанный с эффективностью теплообменника ε

$$\varepsilon = \frac{[1 - e^{-NTU(1-R)}]}{[1 - Re^{-NTU(1-R)}]}. \quad (4)$$

6. Расчёт изменения мощностей турбины:

$$\Delta N_T = \delta \Delta \cdot \Delta N_{T1} \cdot G_n, \quad (5)$$

где $\delta \Delta = \frac{\Delta}{n+1}$, ΔN_{T1} - мощность турбины на 1 кг пара, равная 7 кВт/кг.

Параметр эффективности по изменению мощности турбины вычисляется по формуле 6:

$$\Delta N_{\text{эф}} = \Delta N_T - (\Delta N_H + \Delta N_B), \quad (6)$$

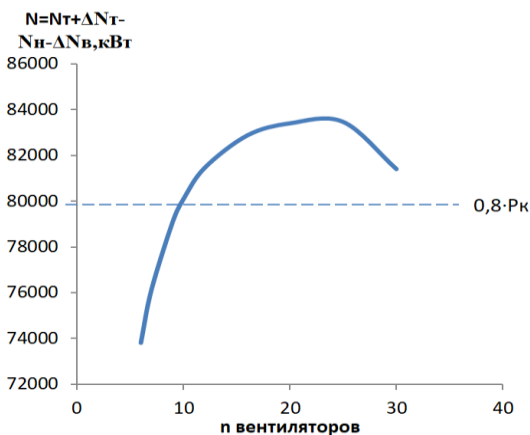


Рисунок 1 – График зависимости мощности энергоустановки от числа вентиляторов

Изменяя число вентиляторов и выполняя итерационные приближения по температуре воды и воздуха определяется оптимальное число вентиляторов для данной СВГ.

В соответствии с зависимостью относительного прироста мощности от относительного давления пара определяется оптимум по числу вентиляторов [6]. При достижении значения давления $0,8 P_k$ (рисунок 1), ближайшее значение ниже его является оптимальным для данной установки. В расчёте это значение соответствует числу вентиляторов 10.

Выводы

– Рассмотрены некоторые способы повышения эффективности работы для СВГ.

– Приведены результаты расчёта по разработанной методике оптимизационного расчёта многосекционной сухой вентиляторной градирни.

– Данная методика может быть использована для оптимизационных расчётов СВГ, как проектируемых, так и уже эксплуатируемых.

Список литературы:

1. Мильман, О.О. Воздушно-конденсационные установки / О.О. Мильман, В.А. Федоров. – Москва: Изд-во МЭИ, 2002. – 207 с.
2. Мильман, О.О., Ананьев, П.А. Сухие градирни и ВКУ (обзор) / О.О. Мильман, П.А. Ананьев. // Теплоэнергетика. – 2016. – № 3. – С. 3-14.
3. Экология, энергетика, энергосбережение : бюллетень / под редакцией академика РАН А.В. Клименко. – Москва: ПАО «Мосэнерго», 2022. – Вып. 2. Сухие градирни и воздушно-конденсационные установки в тепловой энергетике / [О.О. Мильман; Сухая вентиляторная градирня на ТЭЦ-12 Мосэнерго / В.С. Син, Н.А. Шаронов]. – 2022. – 48 с. <https://mosenergo.gazprom.ru/d/textpage/45/837/02-gradirni>.
4. Российский патент 2003 года по МПК F28F25/00 E04H5/12 [Электронный ресурс]. – URL: <https://patenton.ru/patent/RU2204774C1>.
5. Мильман, О.О. Обзор существующих сухих вентиляторных градирен и особенности их эксплуатации / О.О. Мильман, П.Ю. Днепровская, А.Ю. Картусова // 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. 131-138.

6. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; под ред. А.Г. Костюка. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – 557 с.

УДК 372.8

**Формирование у учащихся 7-9 классов
умения применять метод дифференцирования
для решения задач по физике**

М.С. Красин^{1,2}, А.П. Шехматов^{1,3}

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

²Гимназия № 24, Калуга

³Гимназия № 19, Калуга

В статье обосновывается целесообразность обучения основам дифференциального исчисления школьников 7-9 классов, проявляющих интерес к изучению физики и имеющих математические способности. Приводятся типы задач, для решения которых удобно или необходимо применять элементы метода дифференцирования. Излагаются методические аспекты обучения этому методу.

Ключевые слова: основная средняя школа, методика обучения физике, метод дифференцирования.

**Formation of the ability of students in grades 7-9 to apply
the differentiation method to solve problems in physics**

M.S. Krasin^{1,2}, A.P. Shekhmatov^{1,3}

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

²Gymnasium No. 24, Kaluga

³Gymnasium No. 19, Kaluga

The article substantiates the expediency of teaching the basics of differential calculus to students in grades 7-9 who are interested in studying physics and

have mathematical abilities. The types of tasks for which it is convenient or necessary to use elements of the differentiation method are given. The methodological aspects of teaching this method are described.

Key words: basic secondary school, methods of teaching physics, method of differentiation

Большинство изменений в природе имеет сложный нелинейный характер. Прямая пропорциональность между физическими величинами, характеризующими материальные объекты и взаимосвязь между ними проявляется только в ограниченных условиях. Но она проста, поэтому изучение линейных процессов предвещает изучение нелинейных. Более того, изучение линейных процессов служит основой для исследования нелинейных процессов. Математический аппарат, позволяющий переходить от линейных процессов к нелинейным, опирается на метод дифференцирования. Основная идея метода дифференцирования заключается в принятии положения, что при очень малых изменениях аргумента нелинейной функции, характер изменения этой функции можно считать линейным.

В школьном курсе математики метод дифференцирования изучается в 10 классе, однако в школьном курсе физики регулярно, начиная с первого года изучения физики, возникает потребность прибегать к этому методу для решения физических задач и формирования у школьников более глубокого понимания особенностей изучаемых физических объектов и процессов.

Очевидно, что обучение школьников основной школы методу дифференцирования достаточно ограничить только формированием умения рассматривать очень малые изменения какой-либо физической величины и находить изменения других связанных с ней физических величин, считая эти изменения либо пренебрежимо малыми, либо линейными. В некоторых случаях найденные изменения (приращения) величин суммируются для получения информации об изменении функции при существенных изменениях аргумента. То есть в основной школе можно обходиться без обучения школьников умению находить производную функции и интегралы и сводить этот метод к рассмотрению малых приращений величин (в том числе для последующего их сложения). Хотя один из авторов имел честь быть учителем школьника, который уже в 8 классе умел решать задачи по физике с помощью дифференциальных уравнений. Целесообразность обучения учащихся основной школы элементам дифференциального исчисления признают и составители заданий всероссийской олимпиады школьников по фи-

зике, в том числе олимпиады им. Дж. Максвелла (для учащихся 7-8 классов). Анализ заданий [1] показывает, что за семь лет проведения этой олимпиады для решения 5 из 28 задач (18 %) требовалось применение элементов дифференциального исчисления. И подготовленные школьники справлялись с их решением. Наш опыт работы учащимися 7-9 классов, в том числе с будущими призёрами регионального этапа ВсОШ по физике [2], также подтверждает, что заинтересованные и способные школьники вполне могут осваивать основы метода дифференцирования.

Отметим типы заданий и особенности применения метода дифференцирования, которые можно использовать для формирования у школьников 7-9 классов умения применять элементы дифференциального исчисления для исследования природных явлений и технических процессов.

1. Определение скорости изменения физической величины по тангенсу угла наклона касательной (например, скорость (ускорение) по графику зависимости координаты (скорости) от времени, скорость нагрева на графике зависимости температуры вещества от времени нагрева).

2. Определение скорости изменения некоторой физической величины как отношение малого приращения функции к малому приращению аргумента (например, скорость перемещения изображения движущегося предмета в линзе, сила тока как скорость изменения заряда).

3. Определение величины изменения некоторой физической величины методом сложения малых изменений (работа силы, изменяющейся по модулю и направлению, давление в жидкости переменной плотности, установившаяся разность температур в процессе теплопроводности, пройденный путь (изменение скорости тела, изменение импульса тела) по графику зависимости скорости (ускорения, силы) от времени).

4. Определение одной из внутренних сил системы, находящейся в состоянии равновесия (методом виртуальной работы).

Методику обучения школьников основам метода дифференцирования целесообразно выстраивать на основе эвристико-алгоритмического подхода [3], предусматривающего следующие этапы формирования соответствующих знаний и умений:

1. эвристическое подведение школьников к «изобретению» способа реализации метода дифференцирования для решения конкретной задачи;

2. методологическое обобщение и разработка алгоритма действий в схожих ситуациях;

3. формирование умения применять этот способ в схожих ситуациях для нахождения взаимосвязи между теми же величинами, которые уже рассматривались в методологически исследованной задаче;

4. подведение к осознанию возможности применения этого способа в схожих ситуациях, но для установления взаимосвязи между величинами, которые не рассматривались в методологически исследованной задаче;

5. уточнение-корректировка первоначального алгоритма применения изученного способа для придания ему большей универсальности.

Для подведения школьников к «изобретению» способа реализации метода дифференцирования для решения задачи полезно использовать цепочки задач, взаимосвязанных между собой и постепенно усложняющихся. Анализируя решение каждой задачи, учитель выделяет те методологические знания, которые будут полезны для решения следующей задачи из намеченной к решению цепочки задач.

Например, для наведения учащихся 7 (9) класса на идею нахождения искомой величины по тангенсу угла наклона касательной можно придерживаться следующей последовательности действий.

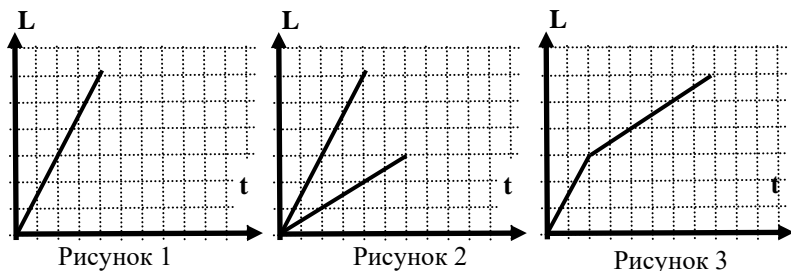


Рисунок 1-3 – Решение задачи нахождения скорости по графику зависимости пройденного телом расстояния от времени движения

1. Решение задачи нахождения скорости по графику зависимости пройденного телом расстояния от времени движения (см. рисунок 1). При обсуждении полученного результата важно обратить внимание, что для нахождения скорости можно было брать любой интервал времени и соответствующее ему пройденное расстояние, а также приучать к использованию значка Δ :

$$v = \frac{L}{t} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

2. Решение задачи на нахождение и сравнение скоростей двух тел по графику зависимости пройденного ими расстояния от времени движения (см. рисунок 2). При обсуждении полученного результата полезно вновь использовать записи

$$v_1 = \frac{L_{12} - L_{11}}{t_{12} - t_{11}} = \frac{\Delta L_1}{\Delta t_1} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{L_{22} - L_{21}}{t_{22} - t_{21}} = \frac{\Delta L_2}{\Delta t_2}$$

3. Решение задачи на нахождение и сравнение скоростей одного тела, которое сначала двигалось с постоянной скоростью v_1 , затем – с v_2 по графику зависимости пройденного им расстояния от времени движения (см. рисунок 3).

$$v_1 = \frac{L_{12} - L_{11}}{t_{12} - t_{11}} = \frac{\Delta L_1}{\Delta t_1} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{L_{22} - L_{21}}{t_{22} - t_{21}} = \frac{\Delta L_2}{\Delta t_2}$$

4. Ставится проблема: если имеется график зависимости расстояния, пройденного телом расстояния, от времени движения, но тело движется с постоянно изменяющейся скоростью, то можно ли найти и сравнить скорости тела в разные моменты времени. Например, в начальный момент движения и в момент времени t_a (рисунок 4)? Во время обсуждения учащиеся подводятся к мысли о том, что если бы надо было найти и скорости тел на участках, где линия графика прямая, то это мы бы сумели сделать. Затем, отмечается, что если рассмотреть очень малый интервал времени движения, то линия графика выглядит почти прямой. Если графики изображены на интерактивной доске, то в подтверждение этих слов можно увеличить соответствующий участок небольшой линии графика (например, в начале движения (рисунок 5) и показать почти прямую линию данного увеличенного участка.

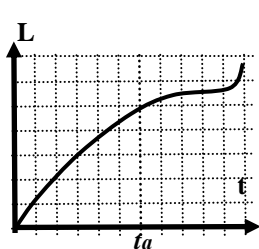


Рисунок 4



Рисунок 5

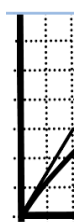


Рисунок 6

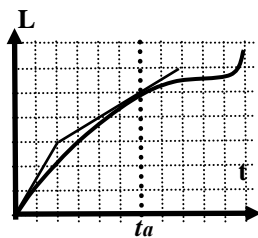


Рисунок 7

Рисунок 4-7 – Решение задачи нахождения скорости по графику зависимости пройденного телом расстояния от времени движения

Затем, опираясь на знание, что для нахождения скорости при равномерном движении можно выбирать любой интервал движения, учащиеся подводятся к идее, что для более точного определения скорости при неравномерном движении можно провести прямую, касательную к графику в интересующем нас момент времени (рисунок 6) и уже с помощью этой линии найти хорошо определяемый интервал времени и соответствующий интервал расстояний. Аналогично поступить и для момента времени t_a (см. рисунок 7).

5. Делается вывод, что для нахождения скорости тела по графику зависимости пройденного им расстояния от времени при любом характере изменения скорости, надо провести касательную к линии графика в точке, соответствующей интересующему нас моменту времени и с помощью этой прямой найти значение скорости (по тангенсу угла наклона).

6. После решения аналогичных задач, в том числе при исследовании взаимосвязи между другими величинами, делается вывод о возможности нахождения величины, характеризующей скорость изменения функции по тангенсу угла наклона касательной к линии графика этой функции к оси абсцисс, проведённой в точке, соответствующей интересующему нас аргументу функции.

Системная работа по формированию у школьников умения использовать метод дифференцирования (метод малых приращений) для решения задач по физике позволяет существенно расширить возможности учащихся в области исследования природных процессов, моделями которых выступают учебные задачи по физике.

Список литературы:

1. Олимпиада по физике им. Дж.Кл. Максвелла [Электронный ресурс]. – URL: <https://maxwell.mipt.ru> (Дата обращения: 04.04.2024).
2. МБУ «Центр Стратегия» г. Калуги – Всероссийская олимпиада школьников в г. Калуга [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--0-bkcmjtc0m.xn--p1ai/strategy/vserossijskaya-olimpiada-shkolnikov-v-g-kaluga> (Дата обращения: 04.04.2024).
3. Красин, М.С. Эвристико-алгоритмический подход при обучении решению задач как способ развития методологической культуры учащихся / М.С. Красин // «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». – Москва: МПГУ, РГУ им. С.А. Есенина, Издатель Карпов Е.В.,

2010, Часть 3. Преподавание физики и астрономии в высшей школе. Актуальные проблемы школьного физического образования. Учебный физический эксперимент в школе и ВУЗЕ. – 141 с.

УДК 378.147.88

**Использование программ для визуализации и расчёта
электрических цепей в рамках изучения курса
«Электричество» в высшей школе**

А.И. Осипов, Л.Н. Сержкин

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

В данной статье обсуждаются методические возможности использования программ для расчёта и моделирования электрических цепей при составлении заданий по курсу «Электричество» в высшей школе. Приводятся примеры составления таких заданий с использованием программы EasyEDA.

Ключевые слова: электричество, электрические цепи, программа расчёта.

**Use of programs for visualization and calculation of electrical circuits
in the framework of studying the course “Electricity” in high school**

A.I. Osipov, L.N. Serezhkin

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

This article discusses the methodological possibilities of using programs for calculating and modeling electrical circuits when preparing assignments for the course «Electricity» in higher education. Examples of composing such tasks using the EasyEDA program are given.

Key words: electricity, electrical circuits, calculation program.

Решение задач на расчёт электрических цепей являлся составной частью курса «Электричество». В частности, для направлений подготовки 44.03.05 Педагогическое направление с профилем «Физика и математика» и 04.03.01 Химия с профилем «Аналитическая химия и химическая экспери-

тиза» (реализуются в КГУ им. К.Э. Циолковского) предусматривается решение задач по темам: закон Ома для участка и полной цепи, правила Кирхгофа, цепи переменного тока.

При этом круг и объём задач, приводимых в задачниках ограничен. Кроме того, для проведения самостоятельных и контрольных работ преподавателю зачастую приходится создавать целый ряд однотипных задач и желательно с ответами. Обычно в высшей школе эти задания наполняют ФОС (фонд оценочных средств) по дисциплине. Требования к объёму, содержанию и разнообразию заданий в ФОС постоянно увеличивается. Кроме того, для большинства задач на расчёт электрических цепей требуется изображение рассчитываемой схемы. Конечно, эту проблему можно решить с помощью стандартных приложений, например Paint [1] или более продвинутом приложении от Microsoft Office Visio [2], где есть возможность использовать банк готовых элементов электрических цепей. Однако существует целый ряд специализированных программ позволяющих объединить функцию изображения, расчёта и вывода необходимых параметров электрической цепи. На данный момент имеется множество таких программ, распространяемых как платно, так и свободно. В качестве наиболее распространённых можно привести: Proteus [3], Micro-Cap [4], Multisim [5], Qucs [6], TINA-TI [7], Electronic Workbench [8], LabVIEW [9], EasyEDA [10].

Все эти приложения требуют разного уровня как теоретической подготовки пользователя, так и времени на освоения интерфейса программы. Одной из доступных по этим требованиям является программа EasyEDA. Это удобное сетевое приложение с интуитивным интерфейсом для моделирования электрических цепей.

Основа EasyEDA – облачный сервис, выполняющий математические расчёты на удалённых производительных компьютерах. Поэтому быстрота расчёта процессов в схеме не зависит от возможностей вашего компьютера. При этом важны скорость и надёжность интернет-соединения. Перед началом работы в программе необходимо зарегистрироваться, создав аккаунт пользователя.

Процесс создания электрических цепей прост: он заключается в перетаскивании элементов в наборное поле, задание им требуемых характеристик и соединение в схему. Диалоговое окно программы показано на рисунке 1. При этом в цепь можно включать измерительные приборы: амперметр, вольтметр, ваттметр, а для визуализации сигналов осциллограф. Для

моделирования различных режимов работы используется генератор сигналов. Для моделирования электрической схемы нужно переключить систему в режим симуляции электрических схем.

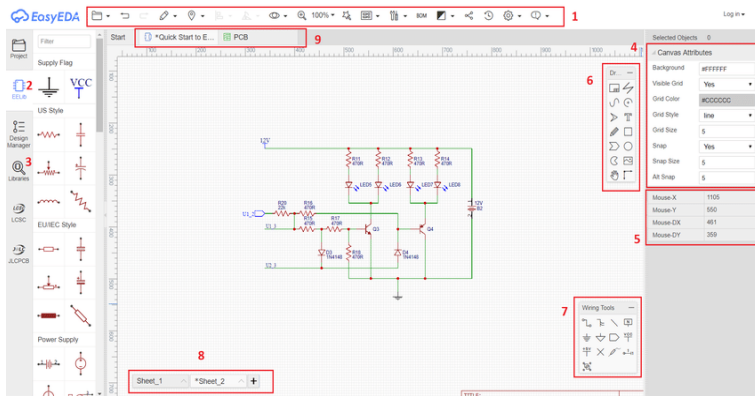


Рисунок 1 – Диалоговое окно программы EasyEDA

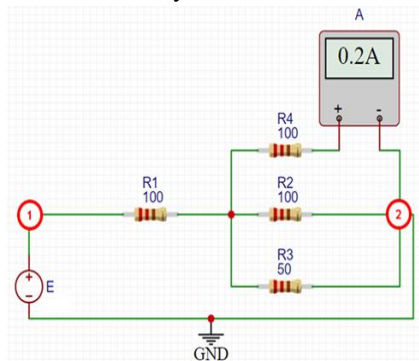
Рассмотрим примеры задач, составленных на основе симуляции схемы в EasyEDA.

Задача на расчёт токов и напряжений в замкнутой цепи:

На рисунке показан результат измерения силы тока в электрической цепи

(A – амперметр, E – источник напряжения, R – сопротивление номинал в Ом).

Определите напряжение между точками 1 и 2.



Ответ: 100 В

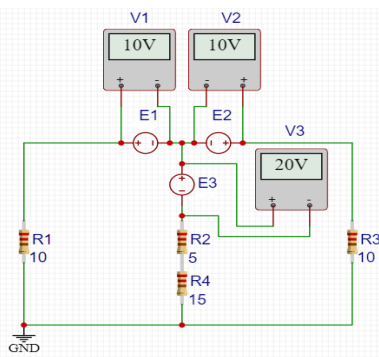
При этом ясно, что на основе этой простой цепи можно составить целый набор задач, по нахождению токов напряжений, выделяемых мощностей на любом сопротивлении или участке цепи.

Задача на использование правил Кирхгофа:

На рисунке показана разветвленная цепь, приведены показания приборов

V – вольтметр (показания в вольтах). Значения сопротивлений R указаны в Ом.

Определите ток, текущий через сопротивление R₄.

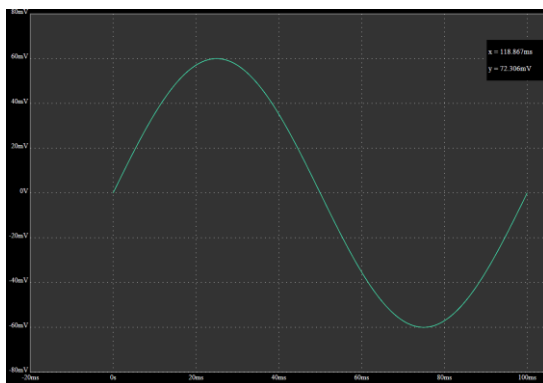


Ответ: 1,2 А.

На основе этой разветвлённой цепи можно также составить набор задач, по нахождению токов в ветвях цепи, мощностей, выделяемых на любом сопротивлении.

На рисунке представлен снимок экрана цифрового осциллографа.

Определите вид напряжения и его частоту (в системных единицах).



Ответ: переменное, синусоидальное; 10 Гц.

Так же по осциллограмме можно определять такие параметры вынужденных электрических колебаний как: период колебаний, амплитуду. По виду кривой обучающиеся могут сделать выводы о характере колебаний, рассчитать величину действующего напряжения, определить мгновенные значения напряжений.

Изложенное выше позволяет сделать вывод о целесообразности применения программ моделирования процессов в электрических цепях для создания и быстрого расчёта задач по курсу «Электричество». Выбор программы EasyEDA при этом оправдан нетребовательностью данного сервиса к аппаратным и системным ресурсам рабочего компьютера, что в условиях учебных учреждений является явным плюсом как для преподавателя, так и

для обучающихся. При этом ясно, что для получения необходимых навыков работы с программой моделирования преподавателю потребуется некоторое время.

Список литературы:

1. Официальная страница приложения для редактирования изображений Paint [Электронный ресурс]. – URL: <https://apps.microsoft.com/detail/9pcf55b6t72h?hl=ru-RU&gl=RU>.
2. Официальная страница Visio [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/visio/flowchart-software>.
3. Официальная страница программы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.labcenter.com/>
4. Официальный сайт Micro-Cap [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.spectrum-soft.com>.
5. Официальный сайт Multisim [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.multisim.com/>.
6. Официальный сайт QucsStudio [Электронный ресурс]. – URL: <https://qucsstudio.de/>.
7. Официальный сайт DesignSoft TINA [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tina.com/ru/>.
8. Официальный сайт Electronic Workbench EWB [Электронный ресурс]. – URL: <https://electronicworkbenchewb.com/>.
9. Официальный сайт LabVIEW [Электронный ресурс]. – URL: <https://labview.izmeril.ru/>.
10. Официальный сайт Easy EDA [Электронный ресурс]. – URL: <https://easyeda.com/ru>.

**Оптическая микроскопия аморфных электротехнических сплавов
на основе FeSiBNb**

**М.А. Степович¹, Т.П. Каминская², М.Н. Шипко³, А.В. Стулов⁴,
В.В. Калманович¹**

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

²*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

³*Ивановский государственный энергетический университет*

им. В.И. Ленина, Иваново

⁴*ООО «Научно-производственный комплекс «Автоприбор», Владимир*

Методами оптической микроскопии изучены поверхности неотожжённых аморфных сплавов состава FeSiBNb и сплавы того же состава, но с добавкой 1 % Cu, полученные методом сверхбыстрого охлаждения при распылении расплава на вращающемся медном барабане. Изучены структурные неоднородности контактных и свободных поверхностей лент, их распределение, анизотропия и их взаимосвязь на разных масштабных уровнях.

Ключевые слова: аморфные электротехнические сплавы, оптическая микроскопия, контактные и свободные поверхности лент.

Optical microscopy of amorphous electrotechnical alloys based on FeSiBNb

**M.A. Stepovich¹, T.P. Kaminskaya², M.N. Shipko³, A.V. Stulov⁴,
V.V. Kalmanovich¹**

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

²*Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow*

³*Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin, Ivanovo*

⁴*LLC «Research and Production Complex «Avtopribor», Vladimir*

The surfaces of unannealed amorphous alloys of the FeSiBNb composition and alloys of the same composition, but with the addition of 1% Cu, obtained by ultra-fast cooling by spraying the melt on a rotating copper drum, were studied using optical microscopy methods. The structural inhomogeneities of the contact and free surfaces of the belts, their distribution, anisotropy and their interrelation at different scale levels were studied.

Key words: amorphous electrotechnical alloys, optical microscopy, contact and free surfaces of tapes.

Введение

Качество значительного числа электротехнических устройств, в том числе цифровых высокочастотных трансформаторов, обеспечивается уровнем электромагнитных свойств ленточных аморфных сплавов [1-3], используемых при изготовлении магнитопроводов. Среди свойств таких сплавов особое место занимают коэрцитивная сила, магнитострикция, магнитные потери, которые определяются химическим составом сплава, состоянием поверхности, особенностями ближнего порядка. Так как чаще всего эти сплавы изготавливаются по тонкоплёночной технологии или в результате их сверхбыстрого охлаждения, их электромагнитные свойства во многом определяются состоянием поверхности, особенностями поверхностной миграции атомов. Это обусловлено тем, что поверхность таких материалов представляет сложную систему атомов с различной пространственной организацией и ближним порядком, которые легко изменяются в результате внешних электромагнитных воздействий либо воздействий полей измерительных приборов [3, 4]. Это обеспечивает выход такой системы атомов из состояния равновесия, появления локальных участков поверхности с изменённой степенью позиционного порядка в расположении атомов. Такие участки представляют собой неоднородности в распределении электрических полей, характеризуются высокими значениями их градиентов, которые обеспечивают изменение энергетического состояния зарядов и, как следствие, изменение микро- и макроскопических свойств сплавов.

Повышение эксплуатационных параметров электротехнических материалов является важной технологической задачей, которая может быть решена различными методами. Наиболее известными и широко используемыми в промышленном производстве являются следующие классические методы: упрочнение легированием, упрочнение пластическим деформированием, упрочнение термическими методами, в том числе поверхностная закалка, обработка лазером и электроискровое легирование, некоторые другие (цементация или азотирование стали, нитроцементация и т.п.) [5, 6], а также плазменная обработка [4-6]. Возможно использование и иных, в настоящее время ещё не нашедших широкого промышленного применения, но перспективных и экономичных методов повышения эксплуатационных характеристик материалов, основанных на использовании электромагнитных излучений [7-13].

Для исследований физико-химических свойств аморфных электротехнических сплавов используются различные методы, такие, как рентге-

новская дифракция, ИК спектроскопия, измерения магнитных характеристик, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, оптическая, атомно-силовая и магнитно-силовая микроскопия и некоторые другие [1-3, 6, 11, 14].

Особый интерес среди аморфных электротехнических сплавов представляют аморфные материалы на основе системы Fe-Si-B-Nb, на поверхности которых в оптическом микроскопе могут наблюдаться упорядоченные области наподобие «цепочек» или «лент» [9]. Для таких материалов установлено, что с ростом напряжённости электрического поля возможно инициирование взрывной электронной эмиссии, которая обусловлена наличием на поверхности наночастиц оксидов с более высоким удельным сопротивлением.

В силу того, что эксплуатационные характеристики ленточных аморфных сплавов Fe-Si-B-Nb во многом определяются локальными свойствами, в т.ч. структурой их поверхности, изучение поверхностной структуры таких сплавов методами оптической микроскопии и составляет предмет рассмотрения настоящей работы.

Образцы, методика и результаты исследования.

Образцы аморфной электротехнической стали (фольги) представляли собой ленту толщиной около 100 мкм, шириной 45 мм, которые были получены методом сверхбыстрого охлаждения при распылении расплава на вращающемся медном барабане. Исследовались неотожжённые аморфные сплавы состава FeSiBNb и сплавы того же состава, но с добавкой 1 % Cu, влияющей на процесс кластеризации в процессе последующего термического отжига [15, 16].

Состояние поверхности контролировалось оптическим микроскопом МКД-Р фирмы «ЛОМО» с видеокамерой, соединённой с компьютером. Были использованы следующие объективы: ПЛАН-АПО F=5, ЛОМО 91036 и ЛОМО 91048. Для сохранения и обработки оптических снимков была использована программа Tour View 3.7 For Digital Camera.

Поверхность быстрозакалённых образцов, прилегавшая к медному барабану, т.н. контактная поверхность, имела неоднородную, характерную для всех быстрозакалённых образцов, структуру, вследствие чего визуально эта поверхность фольги кажется матовой. Другая сторона фольги, т.н. свободная поверхность, имела блестящую на вид поверхность.

Типичная структура свободной поверхности исследованных образцов (в т.ч. и с добавками меди) представлена на рисунке 1. Практически на всей поверхности имеются мелкие включения с размерами около единиц

микрометра и, возможно, менее, морфология которых не выявляется с использованием объектива ЛОМО 91048 обычными методами оптической микроскопии.

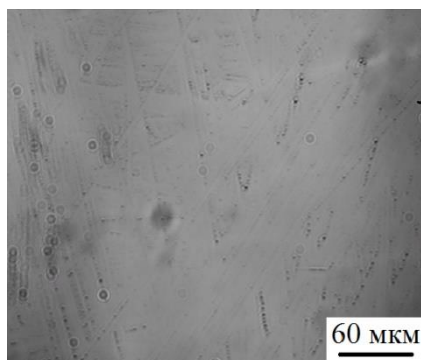


Рисунок 1 – Структура свободной поверхности аморфного сплава FeSiBNb. Объектив ЛОМО 91048

Иная структура поверхности получена при изучении стороны фольги, прилегавшей к барабану – см. рисунок 2 и рисунок 3.

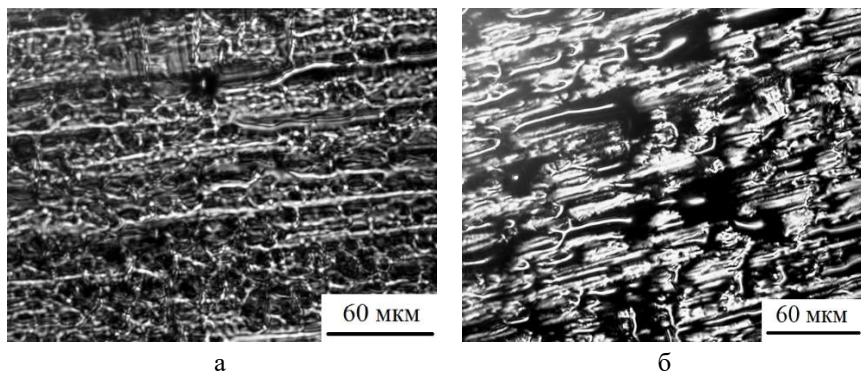


Рисунок 2 – Структура части поверхности аморфного сплава FeSiBNb, прилегавшая к медному барабану. Объектив ЛОМО 91048, различная фокусировка

Как и ранее, при исследованиях аморфных сплавов $Fe_{73,5}(SiBNb)_{26,5}$ [9], на поверхности сплавов FeSiBNb, в т.ч. и при добавлении меди, наблюдались упорядоченные области наподобие «цепочек» или «лент». При этом

при меньшем увеличении (рисунок 2) в зависимости от фокусировки микроскопа возможно получение изображений поверхности фольги, довольно сильно отличающихся друг от друга.

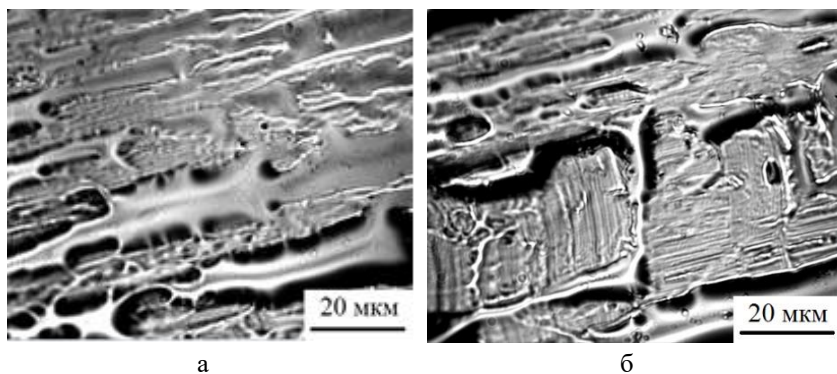


Рисунок 3 – Структура различных частей поверхности аморфного сплава FeSiBNb, прилегавшая к медному барабану. Объектив ПЛАН-АПО F=5, различные участки поверхности

При большем увеличении (рисунок 3 а) глубина резкости объектива ПЛАН-АПО позволила визуализировать области поверхности, характерные для свободного остывания расплавленного металла, что позволяет предположить неплотное прилегание расплава к барабану – возможно, ввиду особенностей поверхности барабана. В то же время наблюдались области поверхности (рисунок 3 б), позволяющие предположить плотное неравномерное прилегание распыляемого металла к барабану.

Заключение

Методами оптической микроскопии изучена структура поверхности аморфных электротехнических сплавов на основе FeSiBNb, полученных методом сверхбыстрого охлаждения при распылении расплава на вращающемся медном барабане. Свободная поверхность изученной фольги имела мелкие включения с размерами около единиц микрометра и менее, структура которых методами оптической микроскопии не выявлялась. Изучение стороны фольги, прилегающей к медному барабану, показало наличие структурированной поверхности с неровностями, имеющими размеры до нескольких десятков микрометра. Детальное исследование структуры поверхности фольги в микрометровом и нанометровом

масштабах планируется реализовать с использованием растровой электронной и атомно-силовой микроскопии.

Список литературы:

1. Глезер, А.М. Структура и механические свойства аморфных сплавов / А.М. Глезер, Б.В. Молотилов. – Москва: Металлургия, 1992. – 208 с.
2. Кекало, И.Б. Аморфные магнитные материалы / И.Б. Кекало. – Москва: МИСиС, 2002. – 173 с.
3. Фролов, А.М. Многомасштабные структурно-морфологические неоднородности металлических сплавов, полученных закалкой из жидкого состояния: Дисс. ... доктора физико-математических наук / А.М. Фролов. – Владивосток: на правах рукописи, Дальневосточный федеральный университет, 2022. – 253 с.
4. Шешин, Е.П. Структура поверхности и автоэлектронные свойства углеродных материалов / Е.П. Шешин. – Москва: МФТИ. Физматкнига, 2001. – 287 с.
5. Бородавко, В.И. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей / В.И. Бородавко, В.С. Ивашко, С.А. Клименко, М.Л. Хейфец / Ред. М.Л. Хейфец, С.А. Клименко. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 463 с.
6. Бурцев, В.М. Технология машиностроения: учебн. для вузов: в 2 т. / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, И.Н. Гемба / Ред. А.М. Дальский, А.И. Кондаков. – Т. 1. Основы технологии машиностроения. 3-е изд., испр. и перераб. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 478 с.
7. Шипко, М.Н. Влияние магнитоимпульсной обработки на магнитные свойства аморфного твёрдого раствора $Al_{85}Fe_7Ni_5La_3$ [Электронный ресурс] / М.Н. Шипко, В.В. Коровушкин, А.Г. Савченко, М.А. Степович, Н.Д. Бахтеева, Е.С. Савченко, Е.В. Тодорова // Прикладная физика. – 2019. – № 3. – С. 81-85. – URL: <http://appliedphys.orion-ir.ru/appl-19/19-3/PF-19-3-81.pdf>.
8. Альшиц, В.И. Магнитопластический эффект: основные свойства и физические механизмы / В.И. Альшиц, Е.В. Даринская, М.В. Колдаева, Е.А. Петржик // Кристаллография. – 2003. – Т. 48. – № 5. – С. 826-854.
9. Шипко, М.Н. Влияние магнитоимпульсной обработки на состояние поверхности, эмиссионные и магнитные свойства аморфных магнитных сплавов / М.Н. Шипко, М.А. Степович, А.Л. Сибирев, А.И. Тихонов, Е.В. Савченко, Т.П. Каминская // Известия РАН. Серия физическая. – 2021. – Т. 85. – № 11. – С. 1528-1531.

10. Шипко, М.Н. Влияние магнитоимпульсной обработки на эмиссионные и магнитные свойства поверхностного слоя аморфных сплавов, используемых в электротехнике / М.Н. Шипко, А.Л. Сибирев, М.А. Степович, А.И. Тихонов, Е.В. Савченко // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2021. – № 9. – С. 80-85.
11. Каминская, Т.П. Атомно-силовая микроскопия аморфных электротехнических сплавов Fe(Ni, Cu)(SiB) / Т.П. Каминская, М.Н. Шипко, М.А. Степович, В.В. Попов, А.И. Тихонов // Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем. – 2022. – № 3. – С. 206-211.
12. Шипко, М.Н. О влиянии магнитоимпульсной обработки на структуру поверхности и магнитные свойства ленточных аморфных сплавов Fe(Ni, Cu)(SiB) / М.Н. Шипко, Т.П. Каминская, М.А. Степович, А.А. Вирюс, А.И. Тихонов // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2023. – № 2. – С. 17-22.
13. Каминская, Т.П. Изучение локальных магнитных свойств ленточных аморфных сплавов Fe(Ni, Cu)(SiB), полученных методом сверхбыстрого охлаждения / Т.П. Каминская, М.Н. Шипко, М.А. Степович, А.И. Тихонов, А.А. Вирюс, В.В. Попов // Известия РАН. Серия физическая. – 2023. – Т. 87. – № 10. – С. 1511-1516.
14. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан. – Москва: Техносфера, 2004. – 377 с.
15. Gupta, P. Structural evolution and the kinetics of Cu clustering in the amorphous phase of Fe-Cu-Nb-Si-B alloy / P. Gupta, A. Gupta, A. Shukla, Tapas Ganguli, A.K. Sinha, G. Principi, A. Maddalena // J. Appl. Phys. – 2011. – Vol. 110. – Issue 3. – Art. No. 033537.
16. Львов, П.Е. Моделирование роста кластеров в сплавах на основе системы железо-медь в процессе термического отжига / П.Е. Львов, Н.С. Крестина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 4 (4). – С. 1136-1142.

БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

УДК 595.799, 591,9

Шмели Калужской области по данным GBIF

В.Е. Кузьмичев

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

Опыт использования GBIF при изучении фауны шмелей. Оценка видового состава и распространения пчелиных на территории Калужской области как одно из приоритетных направлений работы зоологического кружка Калужского университета.

Ключевые слова: Шмели, GBIF, биоразнообразие, зоокружок.

Bumblebees of the Kaluga region according to GBIF data

V.E. Kuzmichev

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

The experience of using GBIF in the study of bumblebee fauna. Assessment of the species composition and distribution of bees in the Kaluga region as one of the priorities of the zoological circle of Kaluga University.

Key words: Bumblebees, GBIF, biodiversity, zoo circle.

Шмели – очень интересный и своеобразный объект живой природы, доступный для самостоятельного наблюдения студентами и любителями природы. Результаты наблюдения шмелей и других пчелиных могут широко использоваться в учебной и воспитательной работе. Шмели распространены практически повсеместно и могут быть объектом наблюдения весь весенне-летний период. Внешне шмели могут показаться очень похожими. Но на самом деле каждому виду свойственны свои особенности окраски, морфологии и поведения [2, 3].

О видовом составе шмелей конкретной территории можно получить исчерпывающую информацию из международной базы данных GBIF (Global Biodiversity Information Facility, поисковая система для биологов и натуралистов-любителей [1]. Эта же база позволяет выложить результаты собственных исследований, но только от аккредитованной в ней организации. Это ограничение позволяет преодолеть ресурс iNaturalist, позволяю-

ший экспортировать фотографии и данные в GBIF. Таким образом, эти ресурсы позволяют видеть всё, что сделано и выложено на всеобщее обозрение до нас. А с другой стороны, можно поделиться коллекционным материалом, хранящимся на кафедре биологии и экологии нашего университета и, используя современные возможности фото и видеofиксации, GPS и GLONASS – навигации собирать и выкладывать свежие материалы. Причём, без ущерба для популяций достаточно уязвимых видов. По нашим архивным и литературным данным количество видов шмелей в Калужской области составляет около 20-25, возможно до 30.

Шмели и другие пчелиные – это благодатный объект для наблюдения. Они близко подпускают наблюдателя, когда посещают цветки, позволяют себя рассмотреть и сфотографировать. А прохладным ранним утром и в пасмурную погоду их можно вообще брать «голыми руками», но не забывать про острое жало и жгучий яд.

Об огромной экологической роли перепончатокрылых и пчелиных, в том числе, написано очень много, но конкретные данные по их разнообразию, численности и других аспектах биологии и экологии на территории Калужской области очень скудны. Мы со студентами-участниками одного из старейших научных кружков Калужского государственного университета – зоологического кружка – решили провести работу по устранению этого дисбаланса.

Цель данной работы

Оценить наличие данных по Калужской области на примере рода *Vombus* (Шмель) в ресурсе GBIF с перспективой размещения собственных данных в этой базе. Кратко показать возможности, даваемые этим глобальным и бесплатным ресурсом.

Задачи

1. Провести поиск в базах данных записей о шмелях, отмеченных, собранных, упоминаемых для Калужской области.
2. Составить список видов и схему пространственного распределения их находок на обозначенной территории.
3. Проанализировать возможность верификации имеющихся коллекций шмелей с использованием ресурса GBIF и взаимодействующих баз данных.
4. Ознакомить студентов биологического профиля с проблематикой больших данных в биологии и привлечь их к выполнению работ по оцифровке, кодификации и выкладке имеющихся коллекций и результатов будущих полевых исследований.

По состоянию на июнь 2023 года в мире сделано 3477466 находок шмелей (рисунок 1). Шмели (род *Bombus* Latreille, 1802) – это важнейший элемент экосистем, обеспечивающий опылением ряд растений, недостаточно посещаемых медоносной пчелой (*Apis mellifera* L.) и другими опылителями.



Рисунок1 – Скриншот распространения шмелей по континентам [1]

На рисунке 1 видна вопиющая малоизученность территории России по сравнению с Европой и Америкой.

Шмели широко представлены в Европе, Азии, Северной и Южной Америке, на севере Африки, интродуцированы в Австралию и Новую Зеландию [4]. Меньшая плотность находок в азиатской части нашей страны связана с пока недостаточным охватом исследованиями этих регионов. Поразило наличие шмелей в Гренландии, хотя присутствие на побережье растений предполагает и присутствие опылителей. А шмели и являются наиболее неприхотливыми опылителями, обитающими, в том числе, и в нашей Арктике. Они, в отличие от подавляющего большинства опылителей, способны проявлять активность при температуре воздуха, близкой к нулю и активизироваться после холодового оцепенения.

Для опыления интродуцированных кормовых и продовольственных сельхозкультур в Новую Зеландию и Австралию специально завозили европейских шмелей (рисунок 2). По этой причине видовой состав шмелей там достаточно ограничен, т.к. современные карантинные мероприятия препятствуют дополнительной интродукции.



Рисунок 2 – Географическое распространение, отмеченные виды и количество их находок шмелей в Новой Зеландии [1]

В Новой Зеландии всего 6 обычных европейских видов шмелей. А вот на острове Чатем (справа внизу на карте) шмелей, видимо, нет. Не завезли.

Ресурс GBIF позволяет использовать разные формы визуализации данных. Исходя из малого количества отмеченных точек на территории Калужской области, наиболее удобной для нас оказалась полигональная сетка.

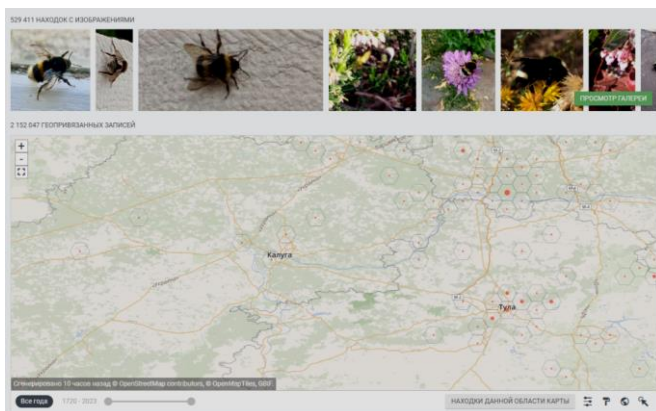


Рисунок 3 – Находки шмелей в Калужской и соседних областях. Наиболее жирные точки в окрестностях Москвы и Тулы говорят о большей изученности этих регионов

Ресурс позволяет выделить и произвольный полигон. Например, мы взяли полигон радиусом около 100 км, включающий в себя территорию Калужской области и участки прилегающих территорий соседних областей (Смоленская, Московская, Тульская, Орловская, Брянская).

Таблица 1 – Виды (и количество находок), зарегистрированные в радиусе около 100 км от Калуги и в административных границах Калужской области [1]

№	находок в радиусе ок. 100 км от Калуги	находок в административных границах Калужской области	Латинское название
1.	<u>5</u>	4	<u><i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)</u>
2.	<u>5</u>	2	<u><i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)</u>
3.	<u>3</u>	1	<u><i>Bombus rupestris</i> (Fabricius, 1793)</u>
4.	<u>2</u>	2	<u><i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)</u>
5.	<u>1</u>	1	<u><i>Bombus ruderatus</i> (Fabricius, 1775)</u>
6.	<u>1</u>	-	<u><i>Bombus veteranus</i> (Fabricius, 1793)</u>
7.	<u>1</u>	1	<u><i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)</u>
8.	<u>1</u>	-	<u><i>Bombus humilis</i> Illiger 1806</u>

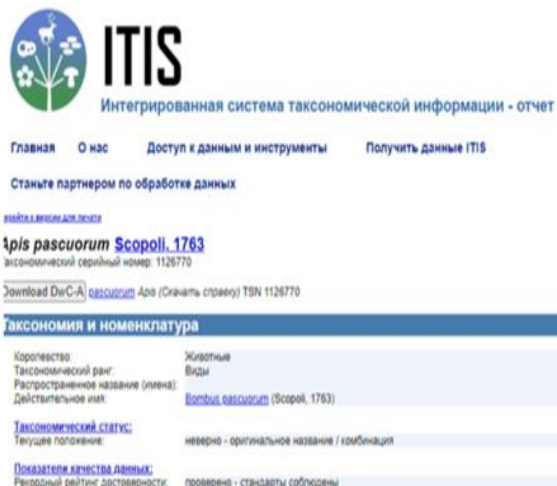


Рисунок 4 – Результаты обращения к специализированной таксономической базе (приведён фрагмент справки) для уточнения систематики обыкновенного шмеля чесальщика [1]

Видовой состав шмелей выбранного полигона включил 8 видов в 19 находках. Если же выбрать административную территорию Калужской области (Kaluga region RUS 2.3_1), то отмечаем 6 видов в 11 находках.

Причём, активные ссылки позволяют получить информацию о координатах находки, данные автора находки, источника публикации (iNaturalist) и многое другое.

База данных GBIF даёт исчерпывающий список синонимов названий одного и того же вида. Возможен переход в ITIS, что позволяет обратиться к современным таксономическим обзорам и детально разобраться в этом иногда достаточно запутанном вопросе.

Необходимо отметить, что сохраняются все авторские права и приоритеты. На рисунке 5 показана карточка одной находки с детальной информацией по ней из пос. Дворцы Калужской области.

Авторство © lidiya_antonova
(CC) BY-NC некоторые права защищены

Загружено lidiya_antonova

Источник iNaturalist

Связанные наблюдения **Каменный Шмель** (*Bombus lapidarius*)

Наблюдат... lidiya_antonova
Дата Май 21, 2022 15:36 MSK
Место Дворцы, Калужская область, RU (Google, OSM)

[Идентификация](#) | [Исследовательский Статус](#)

Рисунок 5 – Карточка находки каменного шмеля [1]

Выводы

1. Выявлены отличные возможности помощи в определении и верификации определений видов на платформе GBIF и дружественных ей. Имеются галереи фото, детальные описания особенностей, ссылки на наиболее авторитетные издания. Работают эксперты по каждой группе живых организмов в непрерывном режиме.

2. Калужская область крайне незначительно представлена в глобальных базах данных, что даёт обширнейший фронт работ для действующих исследователей и студентов.

3. На административной территории обнаружено всего 6 видов шмелей в количествах от 4 до 1, всего 11 находок. Это связано не с отсутствием данных как таковых, а «неохваченностью» местных учёных и краеведов этой проблематикой.

4. Места расположения находок тяготеют к областному центру и периферии области на самых границах с сопредельными областями.

5. Данный проект доложен на заседании студенческого зоологического кружка (действует с 1956 года) Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Ряд студентов заинтересовались данной тематикой и уже приступили к её реализации.

Благодарности

Искреннее огромное спасибо замечательным сотрудникам Алтайского государственного университета, лекционный курс которых явился толчком для начала реализации этого уже много лет планировавшегося проекта: А.В. Ваганову, Н.В. Овчаровой, П.А. Косачеву.

Список литературы:

1. Global Biodiversity Information Facility [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gbif.org/> (Дата обращения – 15.05.2024).
2. Березин, М.В. Видовое разнообразие шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus) большого города (на примере Москвы) / М.В. Березин, В.Б. Бейко // Научные исследования в зоологических парках. Москва, 1998. – С. 89-102.
3. Березин, М.В., Бейко, В.Б., Березина Н.В. Анализ структурных изменений населения шмелей (Bombus, Apidae) Московской области за последние 40 лет // Зоол. Журнал. – 1996. – Т. 75. – № 2. – С. 212-221.
4. Левченко, Т.В. Материалы по фауне пчел (Hymenoptera: Apoidea) Московской области. 3. Семейство Apidae. Род Bombus Latreille, 1802 / Т.В. Левченко // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. – 2012. – Вып. 31-32. – С. 72-88.

**Краткий исторический обзор моделирования
трансмиссивных болезней**

А.М. Никанорова

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

Моделирование в настоящее время является методом, развивающимся особенно быстрыми темпами. Применяется в биологических, медицинских и ветеринарных науках, в том числе в паразитологии. Особый интерес вызывает моделирование трансмиссивных болезней.

В статье приведён краткий исторический обзор моделирования трансмиссивных болезней.

На основании полученных данных, так как трансмиссивные заболевания, в том числе малярия, лихорадка Денге или вирус Западного Нила переносятся кровососущими членистоногими, то и правильнее главную роль в возможностях вспышек болезней отнести именно численному значению популяций прежде всего переносчиков с учётом численности потенциальных хозяев.

Ключевые слова: моделирование, трансмиссивные болезни, членистоногие, комары.

A brief historical review of vector-borne disease modeling

A.M. Nikanorova

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

Simulation is currently a method that is developing at a particularly rapid pace. It is used in biological, medical and veterinary sciences, including parasitology. Of particular interest is the modeling of vector-borne diseases.

This article provides a brief historical overview of vector-borne disease modeling.

Based on the data obtained, since vector-borne diseases, including malaria, Dengue fever or West Nile virus, are transmitted by blood-sucking arthropods, it is more correct to attribute the main role in the possibility of disease outbreaks to the numerical value of populations, primarily of vectors, taking into account the number of potential hosts.

Key words: modeling, vector-borne diseases, arthropods, mosquitoes.

Введение

Во все периоды развития науки учёные занимаются моделирование материального мира. Математическое моделирование в настоящее время является методом, развивающимся особенно быстрыми темпами. Применяется в биологических, медицинских и ветеринарных науках, в том числе в паразитологии. Особый интерес вызывает моделирование трансмиссивных болезней.

Академик Е.Н. Павловский в своих работах писал, что «оценка любых обстоятельств, связанных с деятельностью человека или хотя бы косвенно от него зависящих, должна занимать своё место при эпидемиолого-паразитологическом анализе причин развития различных болезней, которым свойственен феномен природной очаговости» (1955 г.).

Материалы и методы

Исторический экскурс проведён анализом литературных источников.

Результаты исследования

Первые попытки математического моделирования в паразитологии принадлежат Россу (1911 г.) и Макдональду (1957 г.), где модель SEIR малярии строится на базе обычных дифференциальных уравнений, которые описывают динамику развития и патогенез у человека. В результате было проведено численное моделирование влияния параметров на распространение болезни с учётом важности измерения определённых показателей, например, базового коэффициента воспроизводства, индекса стабильности и фактического коэффициента воспроизводства. Данная модель в целом повлияла на математический анализ многих трансмиссивных болезней в будущем [4].

Позже была предложена модель отсроченной передачи малярии Росса-Макдональда, где доказано, что базовый показатель размножения является убывающей функцией временных (инкубационных) задержек в организме как насекомого, так и человека. Предлагается путём продления инкубационных периодов у носителей или хозяев (с помощью лекарств или мер контроля) снизить распространённость инфекции [4].

Следующие попытки моделирования малярии принадлежат учёным С.М. Ндиайе и Е.М. Паралиной, которые предложили применять дифференциальные уравнения с изначально положительными условиями. В результате характеризуется динамика передачи малярии и стационарные состояния эпидемического процесса [1-6].

Интересен реакционно-диффузионный подход для изучения динамики распространения вольбахий в популяции комаров в гомогенной среде.

Сформулированная модель основана на более ранней модели Скальски и Гиллиама (2003 г). Предоставляются средства для аппроксимации скорости волны численности популяции комаров, генерируемой моделью, и показывается, что она близко согласуется с численным моделированием в зависимости от температурного фактора [2].

Модели численности комаров в условиях конкуренции за водную среду и прогнозирование с подтверждением данных полевых исследований описаны в работах Мартинес-Родригеса. Главный результат заключается в том, что возможно повлиять на долгосрочное распространение инфекции с возможными последствиями для текущего распространения вольбахий и того, как возбудитель влияет на размножение своего хозяина. [3].

Независимыми исследованиями доказано влияние климатических условий, сезонности на численность переносчиков, а значит и возбудителей болезней. Для вируса Денге разработана математическая модель Макленнан-Смитом и Мерсером, где конкретно доказано влияние сезонности. Анализ сезонной модели Денге позволил получить представление о динамике системы под влиянием изменения параметров, в частности коэффициентов передачи «хозяин–переносчик» и «переносчик–хозяин». Феррейр и Ян (Сингапур) дополнили модели с измененными параметрами для всех стадий комаров как основных переносчиков [6].

Для Калужской области построены математические модели численности популяции комаров с помощью многофакторного эксперимента типа 2к. В результате на основе статистических данных 2009-2019 гг. получены аналитические и расчётные модели, позволяющие не только качественно оценивать динамику численности, но количественно в будущем времени.

Заключение

На основании полученных данных, так как трансмиссивные заболевания, в том числе малярия, лихорадка Денге или вирус Западного Нила переносятся кровососущими членистоногими, то и логичнее главную роль в возможностях построения прогнозов вспышек болезней следует отнести именно численному значению популяций прежде всего переносчиков с учётом численности потенциальных хозяев.

Список источников:

1. Гуленкин, В.М., Коренной, Ф.И. Математическое моделирование рисков распространения особо опасных заболеваний животных из очага инфекции / В.М. Гуленкин, Ф.И. Коренной // Ветеринария и кормление. – 2013. – №. 5. – С. 12-14.

2. Chan, M.H.T. Modelling a Wolbachia invasion using a slow fast dispersal reaction diffusion approach. / M.H.T. Chan, P.S. Kim // Bulletin of Mathematical Biology. – 2013. - № 75. – P. 1501-1523.
3. Martinez-Rodriguez, P. New insight into Wolbachia epidemiology: Its varying incidence during the host life cycle can alter bacteria spread / P. Martinez-Rodriguez, R. Granero-Belinchon, F. Arroyo-Yebras, J.L. Bella // Bulletin of Mathematical Biology. – 2014. – № 76. – P. 2646-2663.
4. McDonald, G. Epidemiological basis of malaria control / G. McDonald // Bull. World Health Organ. – 1956. – Vol. 15. – № 3-5. – P. 613-626.
5. Ruan, S. On the delayed Ross–Macdonald model for malaria transmission / S. Ruan, D. Xiao, J.C. Beier // Bulletin of mathematical biology. – 2008. – Vol. 70. – № 4. – P. 1098-1114.
6. Yang, H.M. Assessing the effects of vector control on dengue transmission / H.M. Yang, C.P. Ferreira Applied // Mathematics and Computation. – 2008. – Vol. 198. – P. 401-413.

УДК 504.75

**Изучение пространственно-волновых воздействий Луны
на здоровье человека**

Ю.В. Чиждова, А.А. Евсеева

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

Характер влияния Луны на здоровье человека зависит в значительной степени от фаз лунного цикла, каждая фаза которого длится примерно неделю. Если лунные дни в большей степени определяют наше поведение, то фазы Луны влияют на состояние нашего организма, степень его жизнестойкости и активности. Одним из основных эффектов Луны являются приливы и отливы океанов. Для исследования влияния пространственно-волновых воздействий Луны на здоровье человека использовались такие методы как: анкетирование, анализ литературы, обработка данных. Было выявлено наибольшее влияние фаз Луны воздействий на здоровье человека в фазы полнолуния, новолуния и растущей Луны.

Ключевые слова: Фазы Луны, здоровье, лунный цикл, пространственно-волновое воздействие Луны, гравитационные силы Луны.

The study of the spatial-wave effects of the Moon on human health

Y.V. Chizhova, A.A. Evseeva

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

The nature of the Moon's influence on human health depends largely on the phases of the lunar cycle, each phase of which lasts about a week. If the lunar days determine our behavior to a greater extent, then the phases of the Moon affect the state of our body, the degree of its vitality and activity. One of the main effects of the Moon is the tides of the oceans. To study the influence of the spatial-wave effects of the Moon on human health, such methods as: questionnaires, literature analysis, data processing were used. The greatest influence of the phases of the Moon on human health was revealed in the phases of the full moon, new moon and growing Moon.

Key words: Phases of the Moon, health, the lunar cycle, the spatial-wave effect of the Moon, the gravitational forces of the Moon.

Луна находится в постоянном движении вокруг нашей планеты, она регулярно отражает солнечный свет с разных сторон своей поверхности, и это влияет на жизнь человека на планете Земля. Характер влияния Луны на здоровье человека зависит в значительной степени от фаз лунного цикла, каждая фаза которого длится примерно неделю. Если лунные дни в большей степени определяют наше поведение, то фазы Луны влияют на состояние нашего организма, степень его жизнестойкости и активности. Различные фазы Луны сказываются на нашем эмоциональном состоянии, нервной системе. Жизнь в согласии с лунным циклом позволяет сохранять стабильное здоровье и нервную систему, а при лечении болезней с учётом фаз Луны можно добиться более эффективного и ускоренного выздоровления [1].

Данные о влиянии лунных фаз на здоровье были получены методом анкетирования. Анкетирование проводилось 4 раза в соответствующие фазы Луны в определённые числа месяца: 29.09.2023, 06.10.2023, 13.10.2023, 20.10.2023.

В разные дни месяца, соответствующие фазам Луны, нами было опрошено 40 человек разного возраста, 14 девушек, 6 юношей, 12 женщин и 8 мужчин.

Результаты исследования пространственно-волновых воздействий Луны на здоровье человека были получены методом анкетирования.

Исследования показали, что в период новолуния у многих людей наблюдаются средние значения показателей, а в полнолуние у большего

числа молодых людей встречаются высокие показатели нервного напряжения, в то время как у пожилых людей наблюдается уменьшение уровня напряжённости и агрессии. На рисунке 2 приведены ответы на вопрос «Болела ли у Вас голова в течение дня?». Отмечаются более высокие значения этих показателей в период полнолуния у молодых, и в период убывающей Луны у пожилых людей. Наименьшие значения для молодых лиц наблюдаются в период растущей Луны, для пожилых во все фазы, кроме убывающей.

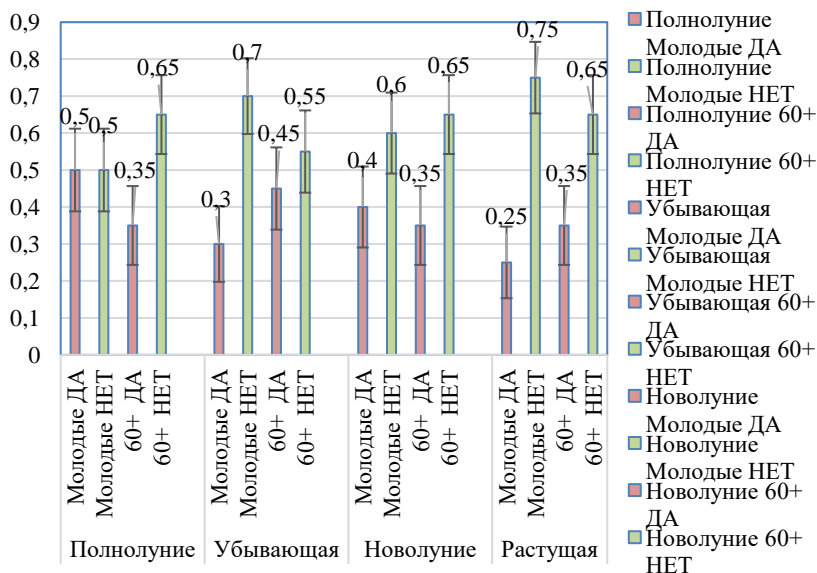


Рисунок 1 – Ответы респондентов на вопрос «Болела ли у Вас голова в течение дня?»

Увеличение атмосферного давления может оказывать влияние на сосуды головного мозга и вызывать головные боли, в период полнолуния отмечается пик нарастания головной боли у молодых людей. Одной из причин может быть изменение уровня гормонов. Серотонин играет важную роль в регуляции настроения и болевых сигналов в мозге, и изменения в его уровне могут влиять на возникновение головных болей [2, 3].

Влияние Луны на самочувствие человека зависит от фаз лунного цикла (рисунок 2).

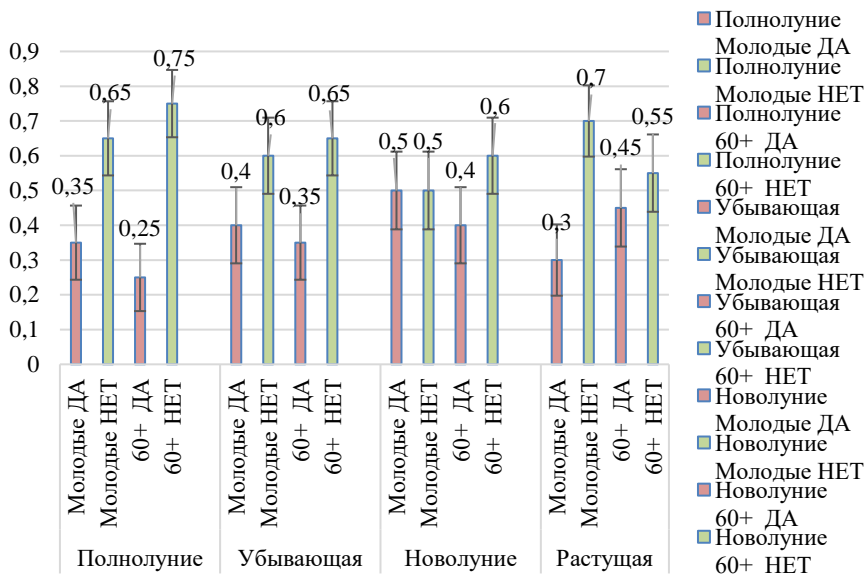


Рисунок 2 – «Чувствуете ли Вы какое-либо недомогание?»

Если поведение чаще всего подчиняется лунным дням, то состояние организма, его жизнеспособность и активность зависят от фаз Луны. Например, в период новолуния у молодых людей наблюдается общее ухудшение самочувствия, как показано на рисунке. Воздействие фаз Луны вызывает различные ощущения у тех, кто его ощущает на себе, хотя можно выделить некоторые общие факторы, такие как стресс, уровень гормонов и хронические заболевания, которые могут влиять на самочувствие людей всех возрастных групп [4].

Основные факторы, воздействующие на здоровье человека, включают гравитационное поле, электромагнитное излучение, климатические условия, световой режим и изменение фаз Луны. Основными фазами, оказывающими негативное влияние на самочувствие и здоровье человека, являются фазы: полнолуние, новолуние, фаза растущей Луны. Фазы полнолуния, новолуния, в группе молодых людей, оказывают наибольшее влияние возникновения головных болей и общее недомогание, перепады настроения, возрастание напряжения и агрессии. Фазы полнолуния, новолуния и растущей Луны, в группе пожилых людей, оказывают наибольшее влияние на возникновение головных болей и общее недомогание. Для изучения воздействия фаз Луны на людей разных возрастов мы применили метод анке-

тирования, результаты применения которого нашли подтверждающее обоснование в научной литературе, что говорит о возможности использования его самостоятельно.

Список литературы:

1. Дубров, А.П. Лунные ритмы у человека [Электронный ресурс] / А.П. Дубров. – URL: http://www.razlib.ru/nauchnaja_literatura_prochee/lunnye_ritmy_u_cheloveka/index.php (Дата обращения 22.10.2023).
2. Шмидта, А.А. Факторы, влияющие на результат лабораторных исследований [Электронный ресурс] / А.А. Шмидта. – URL: <https://www.clinica-shmidta.ru/educational-material/factory-vliyayushchi-na-rezultat-laboratorn-ykh-issledovaniy/> (Дата обращения 27.03.2024).
3. Брюханова, В.Г. Поведение и успеваемость учащихся в зависимости от лунного цикла [Электронный ресурс] / В.Г. Брюханова. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povedenie-i-uspevaemost-uchaschihsya-v-visimosti-ot-lunnogo-tsikla/viewer> (Дата обращения 4.11.2023).
4. Карепина, Е.В., Киселев, В.Д., Плешкова, Н.В. Зависимость уровней агрессии, агрессивности и гемодинамических показателей от фаз лунного цикла в группе лиц младшего подросткового возраста [Электронный ресурс] / Е.В. Карепина, В.Д. Киселев, Н.В. Плешкова. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_16772951_85183236.pdf (Дата обращения 03.03.2023).

УДК 537.87+53.047+595.77

**Опыт исследования возможностей применения КВЧ излучения
в прикладной энтомологии в Калужском университете**

О.П. Эндебера

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

Автор анализирует результаты исследований влияния КВЧ излучения на размножение модельного организма и энтомофагов из отряда двукрылые (Diptera), полученные в КГУ. Дается оценка возможности использования полученных результатов в биологическом методе борьбы с вредителями тепличных овощных культур.

Ключевые слова: Электромагнитное излучение, биологические эффекты, отряд двукрылые.

**Experience in researching the possibilities of using EHF radiation
in applied entomology at Kaluga University**

O.P. Endebera

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

The results of studies of the EHF radiation influence on the reproduction of a model organism and entomophages (order Diptera) obtained at TKSU are analyzed by the author. An assessment is made of the possibility of the results obtained using in the biological method of pest control of greenhouse vegetable crops.

Key words: Electromagnetic radiation, biological effects, order Diptera.

Прикладная энтомология занимается изучением насекомых, наносящих вред сельскому хозяйству, растениям, животным и человеку, а также насекомых-опылителей растений, производителей используемых человеком продуктов, почвообразователей и энтомофагов. Биологический метод борьбы с вредителями культурных растений представляет собой систему мероприятий по борьбе с организмами, наносящими урон посевам и посадкам в открытом или защищённом грунте, окультуренным угодиям и естественной растительности, на основе применения биологических препаратов или использования регуляторной и истребительной деятельности естественных врагов вредных организмов. Известны многочисленные биологические эффекты крайне высокочастотного излучения (КВЧ) [1].

Целью настоящей работы являлось исследование возможности модификации при помощи КВЧ электромагнитного излучения (ЭМИ) некоторых показателей индивидуального развития модельного организма и насекомых-энтомофагов, определяющих эффективность биологического метода подавления численности насекомых-вредителей тепличных культур.

Материалы и методы

Объекты исследований: модельный организм *Drosophila melanogaster* М. дикого типа Д-32 (*Drosophilidae*; *Diptera*) и энтомофаг, широко применяемый в биометод галлица *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (*Cecidomyiidae*; *Diptera*).

Источник КВЧ-излучения: генератор сигналов высокочастотный Г4-141.

Обработке КВЧ ЭМИ подвергались куколки *Dg. melanogaster* и куколки в коконах *Aphidoletes aphidimyza*. В качестве контрольных показателей оценивались плодовитость и динамика вылета (отрождения) из куколок.

Результаты работы

Использование трёхкратной 5-минутной обработки КВЧ ЭМИ ($\square=40,00$ ГГц) куколок самок *Dg. melanogaster* (Д-32) привело к повышению их плодовитости на стадии имаго на 23,96% ($p<0,01$) (рис.1). Аналогичное КВЧ воздействие на куколок самцов не привело к каким-либо отклонениям от контрольных значений. При 3-кратном 10 минутном воздействии КВЧ ЭМИ с теми же параметрами на куколок установлено повышение плодовитости имаго-самок на 17,83% ($p<0,05$), тогда как при обработке самцов данный эффект не был выявлен (рис. 1). Дальнейшее увеличение времени обработки до 15 минут (трехкратное воздействие) при сохранении других параметров воздействия не вызвало изменений показателя плодовитости (рисунок 1).

Анализируя результаты воздействия КВЧ-излучения на коконы *Aphidoletes aphidimyza* (рисунок 2), следует отметить, что тенденция к достоверности ($p<0,10$) в показателях динамики вылета наблюдается:

- в группе с $\nu= 45,00$ ГГц на третий день количество вылетевших имаго было на 33 % меньше, чем в этот же день в контроле;
- напротив, в группе с $\nu= 50,00$ ГГц на второй день вылета количество отрождённого имаго превышало контрольные значения на 53 %.

В то же время значения показателей динамики вылета галлицы *Aphidoletes aphidimyza* из односуточных коконов были на уровне контрольных значений (рисунок 4).

Тем не менее показатель суммарного вылета из одно- и двух- суточных куколок галлицы достоверно отличается ($p<0,05$, $p<0,02$) от контроля

во все дни вылета имаго, за исключением последнего, в котором наблюдается тенденция ($p < 0,10$) к ускорению вылета. Превышение контрольных значений с первого дня вылета составляло 60 %, 157 %, 63 %, 24 % и 17 %, соответственно (рисунок 5).

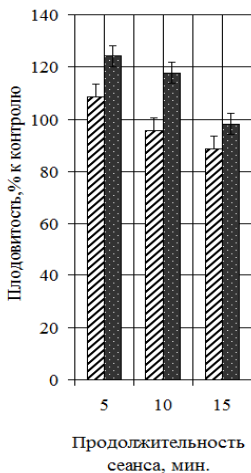


Рисунок 1 – Плодовитость *Drosophila melanogaster* Д-32 после 3-х обработки КВЧ ЭМИ куколок ♂♂ (столбцы со штриховкой) и ♀♀ (тёмные столбцы); контроль – 100 %

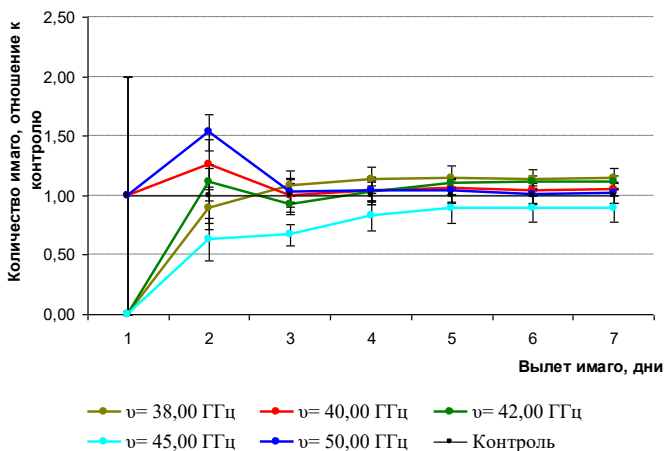


Рисунок 2 – Динамика вылета имаго *Aphidoletes aphidimyza* в зависимости от частоты КВЧ-излучения

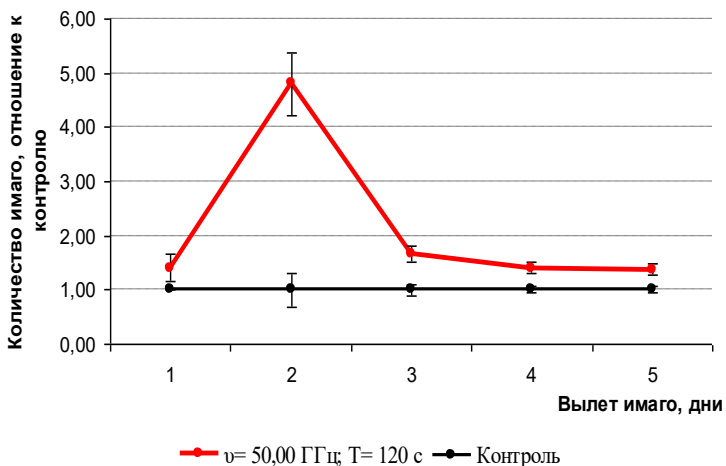


Рисунок 3 – Динамика вылета имаго *Aphidoletes aphidimyza* из двухсуточных коконов потомков особей, обработанных КВЧ ЭМИ на стадии куколки

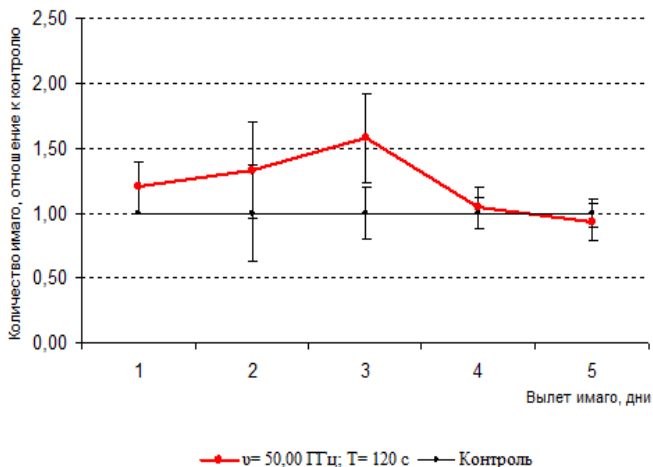


Рисунок 4 – Динамика вылета имаго *Aphidoletes aphidimyza* из односуточных коконов после обработки КВЧ ЭМИ коконов родительского поколения

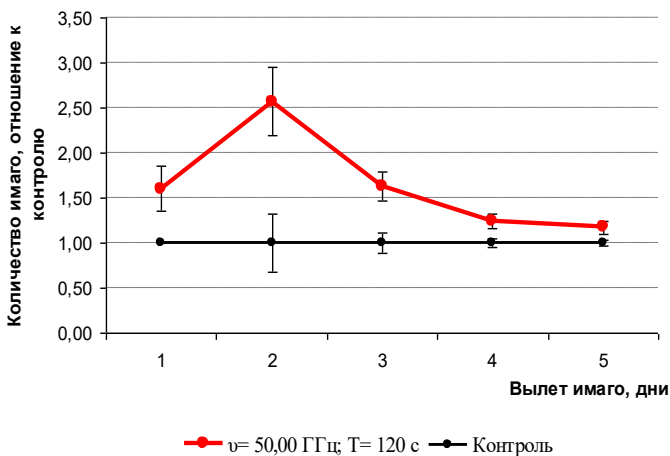


Рисунок 5 – Динамика вылета имаго *Aphidoletes aphidimyza* суммарно из одно- и двух-суточных коконов потомков особей, обработанных КВЧ ЭМИ на стадии куколки

В то же время количество единиц коконов с куколками, полученных от облучённых КВЧ ЭМИ особей, не выходит за пределы контрольных значений. Показатели выживаемости *Aphidoletes aphidimyza* на стадии куколки в опытных группах находились на уровне контрольных значений.

Наличие выраженного биологического эффекта в поколении потомков на уровне динамики вылета имаго из двухсуточных коконов после действия миллиметровых волн ($\nu = 50,00$ ГГц, $T = 120$ с, превышение контрольных значений не более 380 %) подтверждает возможность существования механизмов взаимодействия электромагнитных волн с живым организмом. Отсутствие же такого рода эффекта при вылете имаго из односуточных коконов свидетельствует о затухании эффекта КВЧ-излучения (отсутствие пролонгированного эффекта) по мере откладки родительскими особями все более поздних яиц. Отмеченные различия в проявлении эффекта в поколении облучённых особей могут указывать на то, что вызываемые миллиметровыми волнами изменения не связаны с существенными перестройками в структуре генетического материала и по наследству не передаются.

В связи с тем, что в тепличных хозяйствах в лабораторных условиях не всегда разграничивают куколки, разность в возрасте которых одни сутки, и то, что в дальнейшем коконы с соответствующими куколками совместно

применяются в теплицах для борьбы с тлей, был необходим анализ суммарной динамики вылета имаго из двухсуточных и односуточных коконов.

Сопоставляя полученные результаты с более ранними данными, следует заметить, что биологические эффекты КВЧ ЭМИ, с близкой к применявшейся в эксперименте частотой ($\nu = 50,00$ ГГц), отмечались ранее и на других живых объектах. В частности, предпосевная обработка КВЧ-излучением ($\nu = 45,00, 50,00$ ГГц) яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта «Энита» вызывает сокращение периода кущения – выхода в трубку, более раннее появление всходов и превышение контрольных показателей урожайности в среднем на 13 % [2]. Обработка семян ячменя (*Hordeum distichon*) сорта «Эльф» КВЧ ЭМИ ($\nu = 50,00$ ГГц) также вызывает сокращение периода кущения – выхода в трубку и превышение контрольных значений высоты растений в среднем на 20,69 % [2].

Отмеченные биологические эффекты КВЧ-излучения могут являться следствием целого ряда изменений, имеющих место в клетках, и затрагивающих свойства, как внешних структурных барьеров – мембран, так и основных ферментных и молекулярно-генетических процессов, что отражается в изменении активности ферментов и синтезе белков. Литературные данные о механизме действия КВЧ ЭМИ неоднозначны и противоречивы. Механизмы взаимодействия КВЧ ЭМИ с биологическими объектами описываются несколькими концепциями. Краткое изложение основных концепций приводится ниже.

Выводы.

1. КВЧ излучение по отношению к показателям динамики вылета *Aphidoletes aphidimyza* непосредственно из обработанных коконов является малоэффективным.

2. Действие ЭМИ КВЧ ($\nu = 50,00$ ГГц, $T = 120$ с) в поколении потомков облученных особей галлицы афидимизы проявляется в достоверном ускорении динамики вылета имаго из двухсуточных коконов. Превышение контрольных значений составляло не менее 38 %.

3. Выявленный эффект сокращения сроков вылета (отрождения) имаго афидимизы из коконов может быть использован в целях повышения эффективности применения данного вида энтомофагов в борьбе с видами тли, паразитирующими на различных тепличных культурах.

Список литературы:

1. Тамбиев, А.Х. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы / А.Х. Тамбиев, Н.Н. Кирикова, О.В. Бецкий, Ю.В. Гуляев. – Москва: Радиотехника, 2003. – 175 с.
2. Чернова, Г.В. Модификация некоторых показателей живых организмов неионизирующими электромагнитными излучениями / Г.В. Чернова, О.П. Эндебера, М.А. Каплан, В.П. Беденко, Г.Н. Полонская, А.М. Колтаков //Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. – Вып. 6. – Калуга: Изд-во «Полиграф-Информ», 2004. – С. 304-316.

ГЕОГРАФИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 911.53+911.63+332.1

Региональные исследования Калужской области по географическому районированию

О.И. Алейников

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

В статье представлены результаты многолетних (1998-2022 гг.) исследований по географическому районированию территории Калужской области. Рассмотрены методология и основные принципы выделения природно-сельскохозяйственных, функциональных, социально-экономических и культурно ландшафтных районов. Дальнейшие исследования в этой области должны охватить сельскохозяйственной, туристско-рекреационное и транспортное районирование территории Калужской области.

Ключевые слова: Районирование, Калужская область, методы и принципы районирования, интегральное районирование.

Regional studies of the Kaluga region on geographical zoning

O.I. Aleynikov

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

The article presents the results of long-term (1998-2022) research on the geographical zoning of the territory of the Kaluga region. The methodology and basic principles of the allocation of natural-agricultural, functional, socio-economic and cultural landscape areas are considered. Further research in this area should cover the agricultural, tourist, recreational and transport zoning of the Kaluga Region.

Key words: Zoning, Kaluga region, methods and principles of zoning, integral zoning.

Введение

Районирование – одно из фундаментальных понятий географической науки. Самое общее традиционное представление о районировании сводит его сущность к мысленному делению территории на части по каким-либо признакам.

Районирование имеет большое научное значение, недаром В.П. Семёнов-Тян-Шанский в одной из своих работ писал, что география – это наука об естественных границах, подчеркнув тем самым большое научное значение районирования [4, с. 5].

Учение о районах – их формировании, развитии, перспективах, практическом значении – стало ядром всех географических наук, в значительной степени определило границы системы географических наук в целом. Степень разработки учения о районах говорит о зрелости той или иной географической науки [5, с. 413]. Н.Н. Колосовский писал: «Во всякой науке как показывает история научных знаний, самым трудным и сложным делом оказываются исходные положения и понятия. В математике таковым является понятие о числе, в физике – понятие о материи и энергии, в биологии – учение о «первичном» живом веществе – клетке, в географии – учение о районах» [3, с. 15].

Природно-сельскохозяйственное районирование Калужской области

Калужская область – район древнего земледельческого освоения. Лучшие земли здесь уже давно распаханы или используются под сенокосы и пастбища. Поэтому значительных резервов в увеличении сельскохозяйственных угодий в области нет.

Калужская область представляет собой территорию с выборочным (неплошным) земледельческим освоением, т.к. значительную площадь занимают леса и кустарники – более 46 %, а также болота. На долю основных сельскохозяйственных угодий – пашню, сенокосы и пастбища – приходится около 44 % от общей площади области. При этом распаханность составляет около 1/3 территории. Более 2/3 сельскохозяйственных угодий приходится на пашню.

При проведении природно-сельскохозяйственного районирования Калужской области учитывалось, прежде всего, качественное состояние сельскохозяйственных угодий, включающее в себя мелиоративное состояние земель (орошение и осушение), наличие эродированных, эрозионно-опасных, переувлажнённых и заболоченных земель, щебнистых и каменистых почв, распределение их по механическому составу, по уклонам, кислотность, содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, валовое содержание гумуса, порозность, объёмный вес, культуртехническое состояние кормовых угодий (зарастание угодий лесом и кустарником, покрытие кочками, сбитость, типологический состав сенокосов и пастбищ), а также радиационную обстановку на земельных угодьях.

1. *Северо-Западный район* (муниципальные образования (МО): Бярятинский, Износковский, Медынский, Мосальский, Спас-Деменский, Юхновский районы). Это крупный ($\frac{1}{4}$ площади области) район с относительно невысокой степенью распаханности (менее 30 %) и относительно невысокой степенью сельскохозяйственной освоенности (44 %). Естественная производительность земель оценивается в 62 балла. В районе самые низкие показатели как плотности населения в целом (7,05 чел./км²), так и плотности сельского населения (3,95 чел./км²).

2. *Южный район* (МО: Думиничский, Жиздринский, Кировский, Куйбышевский, Людиновский, Ульяновский, Хвастовичский районы).

Это наиболее крупный по общей площади и наименее освоенный в сельскохозяйственном отношении район. Южный район расположен в пределах Брянско-Жиздринского полей. Этим определяется самая высокая степень залесенности по сравнению с другими природно-сельскохозяйственными районами. Здесь же самые низкие показатели сельскохозяйственной освоенности (40% территории) и распаханности (26%). Плотность населения также невысока и составляет 14,4 чел./км², плотность сельского населения – 5,8 чел./км². Естественная производительность земель Южного района самая низкая в области – 51 балл.

3. *Центральный район* (МО: Бабынинский, Козельский, Мещовский, Сухиничский районы).

Самый маленький по площади ($\frac{1}{6}$ области). Район расположен в пределах, так называемого, Мещовского ополья, почти лишённого лесного покрова. Ополья – достаточно дренированные спокойные равнины. Благодаря плодородным почвам ополья давно и относительно густо заселены, искусственно обезлесены. Средняя плотность населения района составляет 19,4 чел./км², сельского населения – 7,2 чел./км². Естественная производительность земель самая высокая в области и колеблется в пределах 90-100 баллов. Благодаря всем этим факторам район имеет самый высокий уровень сельскохозяйственного освоения и распаханности, соответственно 66 и 48%.

4. *Северо-Восточный район* (Боровский, Дзержинский, Жуковский, Малоярославецкий, Перемышльский, Тарусский, Ферзиковский районы, а также сельские территории Городского округа Калуга).

По общей площади немногим уступает Южному, вместе с которым занимает около $\frac{2}{3}$ территории области.

Это наиболее заселенный (около 75,5% населения области) и урбанизированный (более 80%) район. Общая плотность населения и плотность

сельского населения самые высокие в области и составляют соответственно 92,1 чел./км² и 17,8 чел./км².

Северо-Восточный район является наиболее экономически развитым в Калужской области. Сельскохозяйственное производство здесь имеет столь же большое значение, как и промышленность. В сельскохозяйственном отношении освоенность территории составляет более 45%. Распахано $\frac{1}{3}$ территории. Район отличается также высокой долей пашни в структуре сельхозугодий (около 75%).

Функциональное районирование Калужской области

Проблема экономического районирования является одной из важных в современных социально-экономических исследованиях. Пространственная организация общества строится на территориальном разделении труда, тесно взаимодействующим с процессами районо- и комплексобразования, пространственной дифференциацией природных и социально-экономических условий. Сущность процесса районирования – в выявлении своеобразных территориальных образований и их границ в пространстве.

На территории Калужской области сложились многочисленные системы расселения разных рангов. В основе их формирования лежат социальные связи – трудовые, учебные, культурно-бытовые поездки. Центры этих систем представляют собой сосредоточение учреждений, предоставляющих населению различные услуги (центры обслуживания), производственных предприятий (центры производства) и имеют между собой, а также с окружающей их сельскую местность разнообразные производственные связи. Все крупные населённые пункты, таким образом, являются фокусами социальных и производственных связей.

Территория, тяготеющая к определённому центру, образует зону его влияния и может быть названа **узловым районом** данного центра или **функциональным районом** – районом, выделенным в соответствии с реально существующими связями, районом, в котором функционируют различные предприятия сферы обслуживания и производственной инфраструктуры, имеющими местное значение.

Наиболее крупные центры опорного каркаса области служат **ядрами** функциональных районов. Чтобы обеспечить комплексное развитие всей территории области, необходимо правильно определить состав этих районов и уже в их границах проводить планирование экономического и социального развития. В центрах таких районов должны располагаться обслуживающие учреждения межрайонного значения, строительные организации, торговые базы, профессионально-технические учебные заведения и

другие предприятия и учреждения, деятельность которых охватывает территорию нескольких административных районов. Чаще всего такие центры служат и транспортными узлами для всей территории функционального района. Таким образом, в основном это – инфраструктурные центры. В пределах функциональных районов должно эффективно осуществляться управление всеми отраслями социальной и производственной инфраструктуры.

На территории Калужской области выделено 7 функциональных районов (рисунок 1). Но фактическая сформированность, т.е. внутренняя связность, не всех районов одинакова [1].

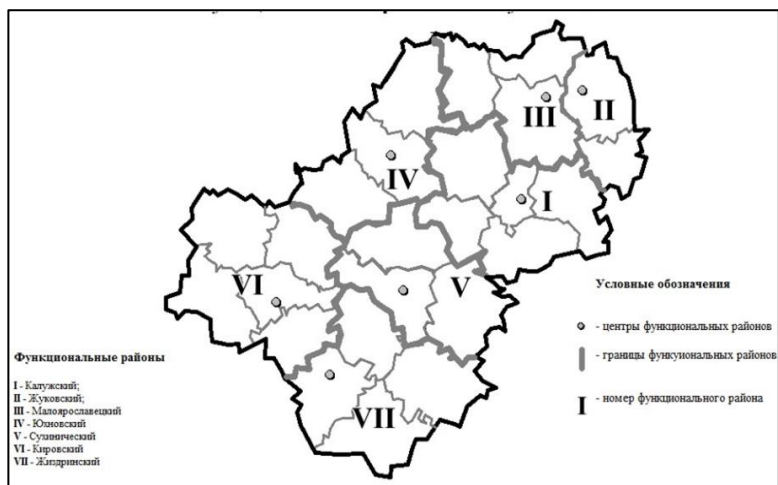


Рисунок 1 – Функциональные районы Калужской области

Это районирование является необходимым и важным этапом для проведения последующего социально-экономического районирования Калужской области.

Социально-экономическое районирование Калужской области. На территории области основные отраслеобразующие предприятия расположены в различных муниципальных образованиях и это говорит о том, что территориальная организация экономики области развита неравномерно. Для успешного территориального планирования и развития области является необходимым грамотное территориальное управление. Благодаря социально-экономическому районированию это становится возможным. Со-

циально-экономическое районирование Калужской области служит предпосылкой усовершенствования территориального развития и имеет основное значение для формирования экономики регионов.

На территории Калужской области сложились многочисленные системы расселения. В этих системах расположились ключевые организации, предприятия, культурные и экономические центры, особые экономические зоны, центры обслуживания и центры производства. Центры систем имеют выраженное влияние на прилежащие территории, которые в свою очередь тяготеют к ним.

Опираясь на опыт специалистов и учёных других регионов России [2, с. 46-47; 6, с. 107-108.], проведён отбор ряда показателей, взятых за основу социально-экономического районирования Калужской области. К таким показателям отнесли: объём производства по видам экономической деятельности, количество и размер предприятий, уровень доходов населения, уровень занятости населения, уровень транспортной связанности районов, показатели агропромышленного комплекса и разнообразные экономические связи. По выбранным показателям, исходя из административного деления, географического положения, было выделено шесть социально-экономических районов: Восточный, Северный, Северо-Западный, Центральный, Юго-Западный, Южный (рисунок 2).



Рисунок 2 – Социально-экономическое районирование Калужской области

Культурно-ландшафтное районирование Калужской области

Актуальность проблемы сохранения и возрождения культурного и природного наследия общеизвестна.

Роль наследия как компонента и фактора, стабилизирующего существование определённых типов культурного ландшафта, его структуру и происходящие в нём процессы, фундаментальна. Поэтому столь важно при анализе культурных ландшафтов и выделении культурно-ландшафтных районов учитывать особенности наследия, его территориальные различия, характер соотношения между природными и культурными компонентами.

В связи с этим была предпринята попытка разработки нового вида интегрального районирования, отражающего пространственные историко-культурные, ландшафтные, социально-экономические и хозяйственные различия отдельных частей территории Калужской области. Такого вида районирование должно быть основой для формирования оптимальной, функциональной и пространственной структуры территории области, а также научным обоснованием схемы охраны и восстановления памятников культуры и ландшафта. Кроме того, культурно-ландшафтное районирование должно стать одним из ориентиров при выборе перспективных направлений хозяйствования в различных частях области, не нарушающих природную и социальную среду нахождения памятников и способствующих развитию традиционных его форм.

Культурно-ландшафтное районирование по сравнению с широко известными видами природного и социально-экономического районирования, охватывает новый важнейший массив информации, отражающий духовное и культурное наследие Калужского края.

Для территории Калужской области составлена карта культурно-ландшафтного районирования в масштабе 1:400000.

Выделение районов проводится на основе анализа пространственной дифференциации нескольких групп факторов:

- тип;
- ценность (историческая, художественная, научная, познавательная) памятников истории, культуры и природы, степень их территориальной концентрации;
- функциональные и пространственные связи памятников с ландшафтным окружением, системой сел и деревень;
- места распространения народных промыслов;
- природные, эстетические и рекреационные качества ландшафтов;

– пространственная структура исторических городов и зона их влияния;

– водные и сухопутные пути, определившие основные направления древнего расселения;

– преобладающие типы хозяйственного использования территории.

Для Калужской области была принята следующая система типов памятников:

– памятники археологии (городища, селища, древние стоянки, курганы, могильники);

– старинные села с сохранившейся планировкой и застройкой XVIII – начала XX вв.;

– старинные усадьбы;

– историко-культурные центры и памятники, связанные с именами деятелей науки и культуры;

– отдельные памятники гражданской архитектуры;

– церкви, храмовые комплексы, монастыри;

– отдельные памятники промышленной архитектуры;

– мемориальные памятники (комплексы), связанные с Великой Отечественной войной (памятники героям войны, солдатам, погибшим во время военных операций, бюсты, обелиски на могилах);

– памятники природы.

К основным признакам, учитываемым при проведении границ культурно-ландшафтных районов, относятся характер рельефа (основные геоморфологические типы территории, расчленённость поверхности и т.д.), особенности гидрографической сети (системы рек и озёр), почвенный покров, породный состав и увлажнённость лесов, степень заболоченности территории, пространственная структура ландшафта и в целом территориальные сочетания ландшафтных комплексов. Кроме того, учитывается внешний эстетический облик ландшафта. Таким образом, при выделении районов обращается внимание на те культурные и природные особенности территории, которые с давних времён влияли на выбор основных направлений расселения, формирование системы поселений на возможности сельскохозяйственного освоения территории.

Значение ландшафтной дифференциации территории при выделении культурно-ландшафтных районов очень велико, так как такого типа районы представляют собой гармоничное сочетание природы и культурных комплексов социальной среды.

Следующим направлением исследований является анализ системы расселения, пространственной структуры городов и зон их влияния, а также сельских поселений (густота и людность поселений). Одновременно оценивается сельскохозяйственная освоенность территории (степень распаханности, размеры пахотных массивов, структура полей и лесов). При этом подтверждается известное положение о соответствии системы расселения и приуроченной к ней сети памятников культуры природным условиям территории. Особенно показательна в этом отношении концентрация объектов наследия в районах, сочетающих в себе долины крупных рек, являющихся основными осями расселения, места с живописными ландшафтами, пересечёнными рельефами и плодородным почвенным покровом. В Калужской области к таким ландшафтным районам относятся долины рек Ока, Угра, Жиздра, Протва, Лужа, Ресса, Таруса и др., а также ландшафты с покровами лессовидных суглинков (Козельский, Сухиничский, Мещовский, Бабынинский, Перемышльский, Ферзиковский, Тарусский районы и городской округ «Калуга»). Именно в пределах этих районов исторически сложилась наиболее густая сеть малых городов, дворянских усадеб, сельских поселений с приуроченными к ним многочисленными памятниками культового зодчества.

Разработка культурно-ландшафтного районирования возможна только на основе соподчинённого историко-культурного, ландшафтного, природно-хозяйственного и социально-экономического анализа территории.

Вследствие этого на территории Калужской области выделено четыре культурно-ландшафтные зоны – Южная, Центральная, Северо-Западная и Северо-Восточная, и 85 культурно-ландшафтных районов, отнесённых к 9 типам:

1. Районы старинных усадеб с многочисленными историко-культурными памятниками, живописными ландшафтами.
2. Природные и сельскохозяйственные районы с живописными ландшафтами, памятниками культурного зодчества, отдельными усадьбами, старинными сёлами, памятниками истории и археологии.
3. Крупные археологические районы с сохранившимися остатками древних городищ, селищ, стоянок, курганных могильников.
4. Лесные и сельскохозяйственные районы с живописными ландшафтами, населёнными пунктами вдоль рек и дорог, отдельными памятниками природы, культуры и археологии.

5. Преимущественно сельскохозяйственные районы с живописными ландшафтами, густой сетью сельских поселений, с отдельными памятниками культуры, истории и археологии.

6. Полого-волнистые, разной степени расчленения, сильно залесенные равнины с небольшими участками полей около сельских поселений.

7. Районы исторических городов, сёл, ранее обладавших городским статусом, и районных центров с многочисленными историко-культурными памятниками и живописными ландшафтами.

8. Районы молодых городских поселений с комплексом современной жилой застройки и промышленных сооружений.

9. Районы:

а) старопромышленных центров, возникших при строительстве чугунолитейных заводов с комплексом сооружений промышленной архитектуры XVIII-XIX вв.

б) возникновения бумажного производства с комплексом сооружений промышленной архитектуры XVIII-XIX вв.

Заключение

Учитывая бурное развитие Калужского региона, актуальными становятся вопросы проведения дальнейших исследований по географическому районированию рассматриваемой территории. В настоящее время активно ведутся исследования в области сельскохозяйственного, туристско-рекреационного и транспортного районирования Калужской области.

Список литературы:

1. Алейников, О.И. К вопросу об экономическом районировании Калужской области / О.И. Алейников // Научные труды КГПУ имени К.Э. Циолковского. Серия: Естественные науки. – Калуга: Издательство КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2007. – С. 150-155.
2. Воронин, В.В., Шарыгин, М.Д. Социально-экономическая география на рубеже тысячелетий: (теоретико-методологический аспект) / под общ. ред. В.В. Воронина. – Самара: Изд-во СГАЭА, 1998. – 191 с.
3. Колосовский, Н.Н. Теория экономического районирования / Н.Н. Колосовский. – Москва: Мысль, 1969. – 335 с.
4. Саушкин, Ю.Г. Лекции по экономическому районированию СССР / Ю.Г. Саушкин. – Москва: Геогр. ф-т МГУ, 1960. – 235 с.
5. Саушкин, Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика / Ю.Г. Саушкин. – Москва: Мысль, 1973. – 559 с.

6. Шарыгин, М.Д. Региональная организация общества (теоретико-методологические проблемы совершенствования) / М.Д. Шарыгин. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. – 204 с.

УДК 528.7

**Технологии визуализации спутниковых снимков в программе
ScanEx Image Processor**

М.В. Захарова

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

В статье анализируются инструменты программного продукта ScanEx Image Processor, используемые для первичного изучения и визуализации спутниковых снимков. Показана последовательность выполнения операций для открытия, визуализации и настройки отображения на примере космического снимка Landsat-5.

Ключевые слова: спутниковые снимки, инструменты, визуализация, дешифрирование, синтез каналов.

**Satellite image visualization technologies
in the ScanEx Image Processor program**

M.V. Zakharova

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

Tools of the ScanEx Image Processor software product used for the primary study and visualization of satellite images are analyzed in this article. The sequence of operations for opening, visualizing and configuring the display is shown using the example of Landsat-5 satellite image.

Key words: satellite images, instruments, visualization, decryption, channel synthesis.

В настоящее время методы дистанционного зондирования, к которым относится аэрокосмическая съёмка, являются наиболее доступным источником информации для создания и обновления карт общегеографического и тематического назначения.

Разнообразие и сложность технических приёмов работы с данными дистанционного зондирования требуют освоения инструментов специализированного программного обеспечения, например, ScanEx IMAGE Processor, разработанный компанией «Инженерно-технологический центр «СканЭкс» (далее – Image Processor) [1].

Для изучения и визуализации космоснимка необходимо, открыв программу Image Processor, перейти во вкладку «Установка проекта» и «Добавить растр», представляющий собой изображение территории, полученное в результате космической съёмки, при этом появятся два раскрывающихся списка VNIR/SWIR и Thermal. Список VNIR/SWIR содержит 6 каналов видимого, ближнего и среднего ПК диапазонов, список Thermal содержит только один канал дальнего ПК (теплого) диапазона. Выделив все каналы и отметив, что нужно сохранить файл пирамид рядом с исходным, необходимо нажать кнопку «Загрузить», чтобы загрузились все каналы изображения. В результате в программе отобразится изучаемый космоснимок (рисунок 1).

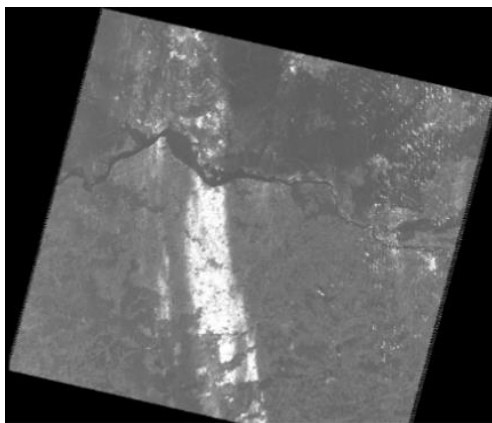


Рисунок 1 – Исходное изображение космоснимка Landsat-5

Вывод на дисплей загруженного изображения осуществляется через рабочее окно программы, которое открывается командой «Окно – Новое окно RGB». Настройка отображения снимка (выбор RGB синтеза, контрастирование) выполняется через диалоговое окно, вызываемое из главного меню «Отображение – Настройка отображения». Данное диалоговое окно содержит закладки «Настройка цвета», «Настройка слоев», «Статистики классов».

После настройки отображения снимка нужно настроить цвета. Во вкладке «Настройка цвета» в группе растры нужно задать каналы в порядке 3-2-1. В результате снимок будет визуализирован в синтезе каналов, который придаёт ему естественные цвета. Этот приём называется «синтез каналов 3-2-1» (номера каналов соответствуют последовательности RGB), т.к. у съёмочной системы LANDSAT TM первый канал (B10) соответствует синему диапазону спектра, второй (B20) – зеленому, третий (B30) – красному (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика спектральных каналов съёмочной системы Landsat-5

Номер канала	Разрешение, м	Длина волны		Название
		Начало, нм	Конец, нм	
1 (B10)	30	450	520	Синий
2 (B20)	30	520	605	Зелёный
3 (B30)	30	630	690	Красный
4 (B40)	30	760	900	Ближний ИК (NIR)
5 (B50)	30	1550	1750	Коротковолновой ИК (SWIR)
6 (B60)	120	10400	12500	Дальний ИК (тепловой)
7 (B70)	30	2080	2350	Коротковолновой ИК (SWIR)

Можно отметить, что изображение в естественных цветах мало контрастно, сложно различать объекты, которые изображены на снимке (рисунок 2). В частности, в данном синтезе невозможно отличить один тип растительности от другого, а также мелководье от почвы.

Инструменты программы Image Processor позволяют визуализировать космоснимок более контрастным способом, если отобразить его в синтезе каналов 5-4-3. Данный синтез, называемый «псевдоцвет», означает, что в красный слот помещён средний ПК канал, в зелёный слот – ближний ПК, в синий слот – красный канал.

Видно, что снимок кардинально поменял свои цвета: синим, почти черным, ярко выражена водная часть территории (река), растительность отображается зелёными оттенками, а красными – открытая почва. Высокая контрастность и минимальное влияние атмосферных эффектов делает данный синтез более удобным для дешифрирования, чем предыдущий (рисунок 3).

Установка отображения космоснимка в синтезе каналов 4-3-2 получила наименование синтез «красные цвета». В данной комбинации видно, что красными оттенками изображена растительность. Хвойные леса имеют

более тёмные оттенки, уходящие в коричневый, а лиственные – более светлые. Облака и дым изображены в оттенках белого цвета (рисунок 4).

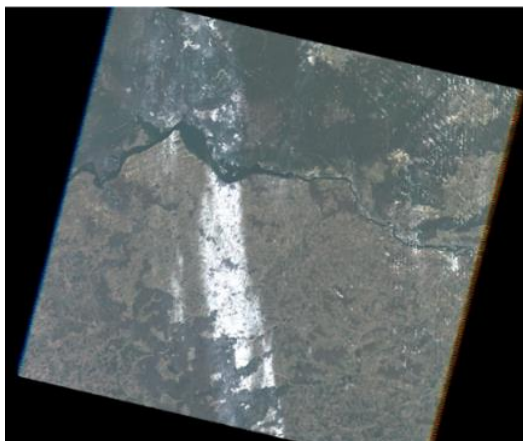


Рисунок 2 – Изображение космоснимка в синтезе каналов «естественные цвета»

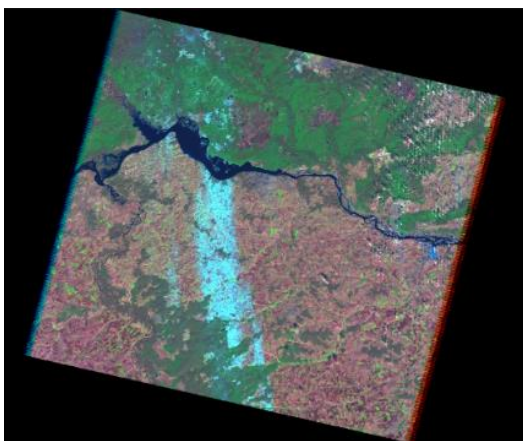


Рисунок 3 – Изображение космоснимка в синтезе каналов «псевдоцвета»

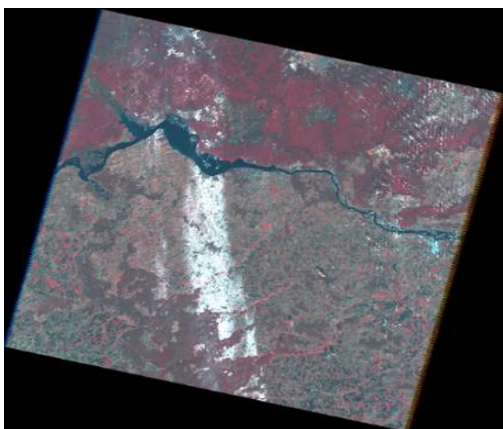


Рисунок 4 – Изображение космоснимка в синтезе каналов «красные цвета»

Ещё один способ визуализации снимка, который предлагает программный продукт Image Processor, отображение в синтезе каналов 7-5-4, при котором ближний ИК канал помещён в синий RGB слот. В данном синтезе полученное изображение имеет много синих оттенков, которые отображают растительность территории, облака выглядят светло-голубыми. Также преимущество данного способа синтеза – это полное отсутствие дымки на изучаемом космоснимке (рисунок 5).

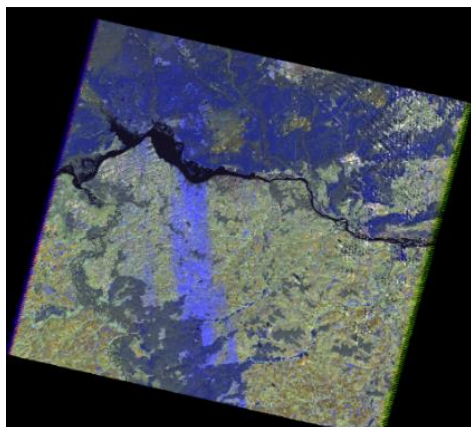


Рисунок 5 – Изображение космоснимка в синтезе каналов «7-5-4»

Таким образом, инструменты, предлагаемые данным программным продуктом, позволяют выполнить обработку космических снимков для последующего дешифрирования и подготовки к использованию результатов дешифрирования при создании и обновлении тематических карт [2].

Список литературы:

1. СКАНЭКС. Лидер в сфере спутникового мониторинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.scanex.ru/software/obrabotka-izobrazheniy/scanex-image-processor/> (Дата обращения: 07.04.2024).
2. Пономарчук, А.И. Дистанционное зондирование в картографии: практикум: учеб, пособие / А.И. Пономарчук, Е.С. Черепанова, А.Н. Шихов. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. – 100 с.

УДК 355

**Военная география – современные взгляды
на деление геостратегического пространства
театров военных действий**

В.И. Ковба

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

В статье изложены современные взгляды на подходы к делению геостратегического пространства на континентальные и океанские районы, стратегические воздушно-космические направления, стратегические космические зоны. Определены условия определения театров военных действий Генеральным штабом при заблаговременном стратегическом планировании применения Вооружённых Сил Российской Федерации, исходя из оценки военно-политической обстановки.

Ключевые слова: военная география, театр военных действий, геостратегическое пространство, континентальные и океанские районы, стратегические воздушно-космические направления, стратегические космические зоны.

Military geography – modern views on division of geostrategic space theaters of war

V.I. Kovba

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

The article presents modern views on approaches to dividing geostrategic space into continental and oceanic areas, strategic aerospace directions, and strategic space zones. The conditions for determining the theaters of military operations by the General Staff in advance strategic planning of the use of the Armed Forces of the Russian Federation, based on an assessment of the military-political situation, are determined

Key words: military geography, theater of military operations, geostrategic space, continental and oceanic regions, strategic aerospace directions, strategic space zones.

Современный мир, процессы, происходящие в разных странах, регионах и социальных системах, изучаются многими общественными науками. Каждая из которых имеет свой предмет исследования, т.е. изучает свои специфические закономерности общественного развития.

Изучением сложного комплекса военно-географических условий, оказывающих влияние на подготовку и ведение боевых действий, занимается одна из отраслей военной науки – военная география.

Военная география исследует в региональном аспекте, т.е. по странам, военным союзам государств, театрам военных действий (ТВД), расстановку политических сил, экономические и военные возможности стран (коалиций государств), природные условия с точки зрения их влияния на ведение военных действий и войны, а также её обратное воздействие на страны [2, с. 28-29].

Военная география состоит как наука из трёх основных разделов: общих (теоретико-методологических) положений военной географии, военного страноведения и курса театров военных действий. В своих исследованиях я остановлюсь на современных взглядах о театрах военных действий [2, с. 25].

Современная военная наука под театром военных действий понимает определённую территорию, включающую сушу, морское и воздушное пространство в пределах которой развёртываются и ведут военные действия две противостоящие группировки вооружённых сил в целях достижения стратегических и военно-политических задач войны [3].

Геостратегическое пространство подразделяется на континентальные и океанские районы, стратегические воздушно-космические направления, стратегические космические зоны, в которых в зависимости от складывающейся обстановки будет решаться национальная безопасность Российской Федерации.

В свою очередь континентальные районы условно делятся на зарубежную и собственно российскую территории, в пределах которых можно выделить важнейшие регионы и районы с их военно-политическими, военно-экономическими центрами и стратегическими направлениями, позволяющие размещать группировки вооружённых сил, а при возникновении военных конфликтов вести крупномасштабные операции. Для более детального оперативно-стратегического планирования в границах стратегических направлений выделены операционные направления, емкость которых позволяет вести армейские операции, а при определённых условиях и фронтовые операции.

Театр военных действий определённая территория, включающая сушу, морское и воздушное пространство, в пределах которой развёртываются и ведут военные действия две противостоящие группировки вооружённых сил в целях достижения стратегических и военно-политических задач войны [1, с. 134].

Театры военных действий не имеют границ как элемент условного деления геостратегического пространства. Они определяются Генеральным штабом при заблаговременном стратегическом планировании применения Вооружённых Сил Российской Федерации, исходя из оценки военной обстановки, и соответствуют пространственному размаху возможных вариантов военных действий.

В целом, роль военной географии в планировании военных операций заключается в предоставлении информации о географической среде, которая помогает командирам и планировщикам принимать обоснованные решения и разрабатывать эффективные стратегии и тактики. Знание топографии, климата, населения и геополитической ситуации позволяет учитывать особенности территории и прогнозировать возможные риски и препятствия, что способствует успешному выполнению военных операций.

В соответствии с директивой Генерального штаба в практическую деятельность войск введено новое условное деление геостратегического пространства Земли в интересах военной безопасности России. В ней определено, что геостратегическое пространство подразделяется на континентальные и океанские районы, стратегические воздушно-космические

направления стратегические космические зоны, в которых в зависимости от складывающейся обстановки будет решаться национальная безопасность Российской Федерации [2, с. 41].

В свою очередь континентальные районы условно делятся на зарубежную и собственно российскую территорию, в пределах которых можно выделить важнейшие регионы и районы с их военно-политическими, военно-экономическими центрами и стратегическими направлениями, позволяющие размещать группировки вооружённых сил, а при возникновении военных конфликтов вести крупномасштабные операции. Для более детального оперативно-стратегического планирования в границах стратегических направлений выделены операционные направления, ёмкость которых позволяет вести армейские (корпусные) операции, а при определённых условиях и фронтовые операции.

На семантике этих понятий, а также термина «театр военных действий» базируется система операций Вооружённых Сил Российской Федерации. При этом имеется в виду, что континентальные и океанские театры военных действий не имеют границ как элемент условного деления геостратегического пространства. Они определяются Генеральным штабом при заблаговременном стратегическом планировании применения Вооружённых Сил Российской Федерации, исходя из оценки военно-политической обстановки, и соответствуют пространственному размаху возможных вариантов военных действий, определённых Планом применения Вооружённых Сил Российской Федерации.

По геопространственному размаху они могут охватывать часть территории континента или мирового океана соответственно, с воздушным и околоземным пространством в условном их делении [2, с. 19].

Театры военных действий определяются Генеральным штабом специальной директивой, разрабатываемой в рамках работ по стратегическому планированию применения Вооружённых Сил Российской Федерации. В угрожаемый период в ходе непосредственной подготовки к отражению агрессии они уточняются, их границы устанавливаются военно-политическим руководством.

Таким образом при изучении и анализе театров военных действий используется следующую терминологию:

Стратегическая космическая зона (СКЗ) – околоземное космическое пространство, в пределах которого развёртываются и функционируют орбитальные группировки космических сил (систем), где существует потенциальная военная опасность Российской Федерации, а при определённых

условиях военно-политической обстановки может возникнуть военная угроза безопасности Российской Федерации.

В границах СКЗ определяются ближняя, средняя и дальняя операционные космические зоны.

Стратегическое воздушно-космическое направление (СВКН) – условно определённая полоса околоземного воздушного и космического пространства, территории континента и акватории мирового океана, в пределах которой базируются и могут вести военные действия группировки воздушных, ракетных, космических сил и средств, а также сил и средств борьбы с ними, выполняющие стратегические задачи [4].

В границах СВКН определяются воздушные направления.

Воздушное направление (ВН) – это часть СВКН, в пределах которой базируются и могут вести военные действия группировки воздушных и ракетных сил и средств, а также сил и средств борьбы с ними, выполняющие оперативно-стратегические и оперативные задачи.

Структура условного деления геостратегического пространства Земли показана на рисунке 1 и рисунке 2.



Рисунок 1 – Структура условного деления геостратегического пространства Земли (стратегическая космическая зона, стратегические воздушно-космические направления)



Рисунок 2 – Структура условного деления геостратегического пространства Земли (континентальные районы)

Океанский район (ОР) – географически обособленная часть акватории мирового океана с находящимися в ней островами, прибрежной полосой суши, в пределах которой располагаются объекты морской инфраструктуры, воздушным и околоземным космическим пространством над ними, где существует потенциальная военная опасность Российской Федерации, а при определённых условиях военно-политической обстановки может возникнуть военная угроза безопасности Российской Федерации.

Континентальный район (КР) – часть территории континента или территория континента в целом с внутренними и прилегающими океанскими (морскими) акваториями и находящимися в них островами до внешней границы морской исключительной экономической зоны, воздушным и околоземным космическим пространством над ними, имеющая глобальную значимость для поддержания стабильности и международной безопасности с точки зрения формирования, реализуемости военных угроз, осуществления системы мер по их предупреждению и нейтрализации. В границах КР определяются регионы и стратегические направления.

В общем плане геостратегическое пространство Земли условно разделено на девять континентальных районов (Европейский, Европейско-

Азиатский, Центрально-Азиатский, Восточно-Азиатский, Северо-Американский, Южно-Американский, Африканский, Австралийский и Антарктический);

– четыре океанских района (Арктический, Атлантический, Индийский и Тихоокеанский);

– стратегическую космическую зону, включающую три ОКЗ:

1. ближняя операционная космическая зона - от 100 до 2 000 км;

2. средняя операционная космическая зона - от 2 000 до 20 000 км;

3. дальняя операционная космическая зона - свыше 20 000 км.

4. четыре стратегических воздушно-космических направления (Северное, Южное, Западное и Восточное).

Территория Российской Федерации организационно разделена на четыре региона:

Методика изучения геостратегической нарезки театров военных действий по современным взглядам, заключается в том, что «Военной географией» изучается совокупность наличия и расстановки политических и социальных сил, их влияние на внешнюю и внутреннюю политику государств (коалиций государств), остроту противоречий между ними, физико-географические, экономические условия изучаемых регионов (районов) в целом и их влияние на организацию и ведение боевых действий [2, с. 87].

Для военных специалистов важное значение имеет изучение расположения и технических возможностей потенциально опасных объектов химической промышленности и ядерной энергетики.

Во-первых, изучается общая характеристика КР, его значимость в общей геостратегической нарезки, площадь, численность населения, оперативная ёмкость основных стратегических и операционных направлений. При этом обращается внимание на расстановку политических блоков, союзов, делается анализ внутривнутриполитической обстановки основных государств района, наличия национальных и религиозных противоречий.

При изучении населения, кроме того, следует определить мобилизационные возможности стран противостоящих блоков и союзов, исходя из его численности, профессионального и национального состава, уровня грамотности. Так, к примеру, в индустриально развитых странах, где население постоянно задействовано на современных производствах, обеспечивается возможность комплектования вооружённых сил высококвалифицированными техническими кадрами в короткие сроки. В таких государствах мобилизационные возможности могут составлять до 20 % общей численности

населения страны. В развивающихся странах из-за низкого уровня образования – падают на 5 %.

Во-вторых, изучаются физико-географические условия района и их влияние на боевые действия войск, уровень подготовки театра, климатические условия, преобладающие на данной территории, общая проходимость местности. Для изучения физико-географических условий необходимо ознакомиться с основными понятиями и их значением, таких как: рельеф, климат, растительность, гидрография, экономических возможностей государства, оперативное оборудование территории региона (района) в интересах ведения боевых действий всеми видами вооружённых сил.

Подготовка территории региона (района) обычно начинается заблаговременно в мирное время и продолжается в ходе боевых действий. Она включает в себя общегосударственные мероприятия и мероприятия, проводимые в интересах видов Вооружённых Сил.

Подготовка региона (района) в интересах видов Вооружённых Сил включает строительство и оборудование пунктов управления командного состава, строительство баз, аэродромов, путей сообщения с закрытыми объектами, прокладку линий связи, оборудование баз и складов, создание и поддержание в пригодном состоянии необходимых оперативных запасов материальных средств.

Таким образом, рассмотрение геостратегической нарезки пространства Земли в интересах безопасности Российской Федерации по предложенному порядку позволят обучаемым изучить не только физико-географические условия театров военных действий, их особенности для применения вооружённых сил, но и разобраться с экономикой, политической обстановкой и составом вооружённых сил основных государств континентальных районов и регионов. Поэтому военная география является важной дисциплиной, которая изучает взаимосвязь между географическими факторами и военными операциями. Она помогает понять, как география влияет на стратегию и тактику военных действий, а также на разведку и размещение вооружённых сил. Военная география также имеет важное значение в геополитическом анализе и планировании военных операций. Современные вызовы и задачи военной географии требуют постоянного обновления знаний и использования новейших географических данных. В целом, военная география играет важную роль в понимании и успешном выполнении военных операций.

Список литературы:

1. Война и мир в терминах и определениях. Военный словарь / Д.О. Рогозин. – Издательство АСТ, 2023. – 403 с.
2. Приходченко, Р.С. Современная геостратегическая нарезка пространства. Учебное пособие. / Р.С. Приходченко. – Кострома: ВА РХБ защиты, 2020. – 243 с.
3. Театр военных действий // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – Москва: Советская энциклопедия, 1969-1978.
4. Театр военных действий // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.booksite.ru/> (Дата обращения: 03.04.2024).

УДК 910

Сравнительный анализ учебных пособий по родиноведению

Калужского региона

В.И. Меленчук

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

В статье проведён анализ и сравнение трёх пособий конца XIX – начала XX столетий по родиноведению Калужского региона.

Ключевые слова: родиноведение, географическое краеведение, А.М. Вусович, В.М. Кашкаров, С.С. Чернышев, Калужская область.

Comparative analysis of textbooks on homeland studies

Kaluga Region

V.I. Melenchuk

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

The article analyzes and compares three manuals of the late XIX – early XX centuries on the homeland studies of the Kaluga region.

Key words: homeland studies, geographical local lore, A.M. Vusovich, V.M. Kashkarov, S.S. Chernyshev, Kaluga region.

Предметная специализация краеведения наметилась на рубеже XIX-XX вв. Были введены новые термины, продолжено совершенствование понятийного аппарата, введены новые концепции в виде «родиноведения» и «отчизноведения». В это же время наметилась предметная специализация краеведения: с одной стороны на историко-культурное, а с другой – на естественнонаучное, на котором и продолжилось формирование региональной географии [7, с. 179]. Для Калужской губернии эти черты отчётливо проявились в комплексе учебных пособий по родиноведению.

Первое и самое раннее по времени издания (1886 г.) учебное пособие по родиноведению Калужского региона принадлежит перу инспектора народных училищ, коллежскому советнику Александру Мартыновичу Вусовичу (1837-1904) [6, с. 26; 5 с. 62]. Выходец из могилёвских мещан, в 1856 г. в Московском Императорском университете сдал экзамен на звание учителя истории и географии уездного училища. Работал в Медынском уездном училище, а с 1869 г. назначен штатным смотрителем Малоярославецкого уездного училища. С 1870 г. исполнял должность штатного смотрителя Перемышльского уездного училища, затем служил инспектором народных училищ Калужской губернии [2, с. 89]. В собрании автора статьи имеется эта небольшая книжечка с экслибрисом судьи 3-го участка Малоярославецкого уезда Ивана Ивановича Безсонова – известнейшего местного краеведа [1].

Издание разделено на отдельные разделы и совсем небольшие подразделы. Во «Ведении» даны общие сведения о географическом положении Калужской губернии, её делении на уезды, границах с соседними губерниями.

Раздел «Природа страны» посвящён общим чертам рельефа, гидрографии (в т.ч. интересным особенностям гидронимии небольших речек и ручьёв). Представлены некоторые сведения о почвах, совсем поверхностная информация по геологии и о полезных ископаемых губернии (в т.ч. занимательные сведения о родниках и ключах). Дана характеристика общих черт климата (в т.ч. по временам года), упомянуты и «атмосферные явления, вредные для человека». При этом отмечены «землетрясения, весьма слабые и быстрые... в 1802 и 1838 годах» (по факту отголоски сильных землетрясений в горах Вранча в Румынии – тогда Молдавии и Карпатского землетрясения – прим. В.М.). Растительный и животный мир описан исходя из современных автору представлений о классификации флоры и фауны. В тексте присутствует грубая ошибка, где пресмыкающиеся названы насекомыми.

В разделе «Прошлое страны» в историческом контексте даётся очень краткая картина заселения территории и самых основных исторических событиях вплоть до Отечественной войны 1812 года.

Некоторые демографические характеристики региона А.М. Вусович поместил в раздел «Современная жизнь народонаселения». Здесь и некоторые демографические характеристики (численность и плотность населения по уездам и средние показатели по губернии), приведён сословный состав населения, даны интересные сведения о национальном составе и этнографических группах великорусского населения губернии (полехи, гамаюны и т.д.).

Приведены примеры общего количества населённых мест по уездам и объясняются понятия город, село, сельцо, деревня, слобода, погост и т.д. Даны некоторые сведения, в том числе о жителях в городах и времени основания некоторых из них (имеются неточности как по времени основания, так и присутствует очевидная путаница в отождествлении городов Лужа и Малоярославец – прим. В.М.). Приведены примеры населённых мест с числом жителей более 1000 и более. Отмечены некоторые сёла, бывшие «в старину городами» – Городня, Брынё, Серёнк и т.д. Представлено деление уездов Калужской губернии на волости и приведён «Список волостей и тех селений, где расположены училища», с указанием числа «ревизских душ при волостях».

В учебном пособии уделено внимание различным видам земельной собственности (крестьянской, горнозаводских и фабричных мастеровых, дворянской, казённой) и её разделение по размерам владений. Кратко охарактеризованы земледелие, огородничество и скотоводство. Приведены факты о заготовке древесины. Допущена фактическая ошибка там, где «осиновый кустарник» приведён в пример как дающей «материал для заготовки обуви большинству населения» вместо липы.

Представлены интереснейшие сведения о некоторых производствах и промыслах – от выделки бумажной пряжи и тканей, прядения шерсти и тканья сукна, сусального производства, выпуска пуговиц, верёвок, сапог, шляп, до заготовления конопляного масла и грибов. Кратко охарактеризованы основные фабрики и заводы. При этом допущена ошибка при указании важнейшего химического завода Санина «близ села Литашевки Тарусского уезда», тогда как по факту это была территория Боровского уезда. Даны некоторые сведения об отхожих промыслах, торговле, кредитных учреждениях.

Приводятся общие сведения о транспортных путях (водных, железнодорожных, шоссейной и других транспортных дорогах), почтовых станциях, телеграфной сети.

Отдельный подпункт посвящён конфессиональному составу населения, краткой характеристике церкви и монастырей. Указаны «особые единовременческие церкви в Калуге и Боровске», и также в Калуге и два храма «других христианских исповеданий»: католический и лютеранский. В отдельном подразделе указаны святыни губернии, мощи и чудотворные иконы.

Приведены сведения об учебных заведениях (всего было 9 средних, остальные - низшие), при этом учащихся женского пола было в пять раз меньше, чем мужского. Представлена информация о газетах и журналах, пересланных в губернию, библиотеках, типографиях, фотографиях и литографиях. Упомянуты местные общества – церковные, благотворительные. Приведены сведения о судебных органах, повинностях и бюджетах городов, расходах земства и т.д. Даны краткие сведения о гербах городов.

Несомненный интерес представляет «Словарь наиболее замечательных местностей губернии» из 74 наименований (уездные города и другие населённые места, монастыри). Через всё пособие красной нитью проходят вопросы топонимики. Завершается пособие картой Калужской губернии, выполненной не очень аккуратно, но тем не менее полностью передающей локализацию приведённых в тексте работы объектов. Несмотря на незначительные ошибки, и устаревшие представления по ряду вопросов материал содержит интереснейшую информацию по основным разделам географии Калужской земли.

Второе учебное пособие (1908 г.) написал подполковник, археолог, историк и географ Василий Михайлович Кашкаров (1863-1937), так же публиковавшийся под псевдонимом В.М. Весленев. Этот краевед избирался гласным Малоярославецкого уездного и губернского земства, исполнял должность председателя Малоярославецкой уездной земской управы (также возглавлял общество взаимного вспомоществования учащимся и учившим в низших учебных заведениях, был членом Малоярославецкого и губернского училищных советов – прим. В.М.) [5, с. 62]. Под редакцией В.М. Кашкарова выходили «Труды оценочно-статистического отделения» Губернского земства и «Материалы к оценке городов Калужской губернии». В результате проведённого Калужским земством конкурса на издание

учебного пособия по географии родного края был издано именно его пособие [2, с. 200]. Оно имеет самой большой объём, включает таблицы и картограммы, а также фотоматериалы по природе Калужской губернии [3].

В содержании учебного пособия – 24 главы. Глава «Введение» - о границах, пространстве и административном делении. Глава «Природа страны» включает «устройство поверхности», почвы, климат, «орошение», растительный и животный мир, «ископаемое царство». Глава «Население страны» включает материалы о составе и быте населения, народном образовании, учёных учреждениях и обществах, землевладении, различных видах хозяйства (полевым хозяйстве, огородничестве и садоводстве, пчеловодстве и рыболовстве, льноводстве, лесных промыслах и т.д.). Отдельные главы посвящены сельскохозяйственным промыслам, аренде земли, отхожим промыслам, кустарным промыслам, фабрикам и заводам, путям сообщения и торговле.

Данное пособие выигршно отличается от других тем, что в нём представлен богатый фотоматериал. На отдельных листах в виде фототипий представлены 27 изображений. Надписи на некоторых указывают что они выпускались известной фирмой «Шерер и Набгольц». Среди представленных – виды долин рек (Ока, Протва, Лужа, Жиздра, Серёна, Рессета, Болва и др.), луга по долинам некоторых из этих рек, озеро (Бездон), болото (Ямное), леса (сосновый бор, берёзовые, смешанные), засека «Вадца» близ оврага «Мощена».

Для удобства восприятия и возможностей работы с статистическими данными они собраны в 31 таблицу в соответствии с содержанием глав. Здесь и площади уездов («величины уездов»), ряд климатических показателей (температуры, облачности, осадков), распределение болот, процентное содержание железа в рудах. Также сведены в таблицы некоторых демографические показатели (смертность и рождаемость), сведения о народных училищах, числе обучающихся и т.д. Сведены в табличный формат сведения о земельной собственности, об урожайности сельхозкультур и обеспеченности «главными продовольственными хлебами», угодьях, урожаях и сборе сена, количестве и заболеваемости скота, лесах (как по материалам генерального межевания, так и военно-топографической съёмки) и т.д. Представлены цены на земли у владельцев и арендуемые у крестьян. Отдельная таблица даёт информацию о привозе и продажах товаров на ярмарках губернии. Дополнительно представлен «Список плодовых деревьев и ягодных растений, наиболее пригодных для массовых насаждений в Калужской губернии».

Картографический материал пособия представлен восемью картограммами для Калужской губернии, скомпонованными по две на странице в виде отдельных вкладок под общим названием «Чистый урожай полевых растений на одной казённой десятине в крестьянских хозяйствах в среднем за 10 лет с 1896 по 1905 гг.». Представлены картограммы для ржи, овса, ячменя, гречихи, картофеля, льна, конопли и проса.

Из всех пособий это единственное, в котором автор поместил список использованных при работе над пособием источников из 60 наименований литературы.

Последнее из трёх пособий (1909 г.) создано учителем географии и краеведом Сергеем Семёновичем Чернышевым (1866-1920) [2, с. 466]. Выходец из г. Рязани (также создавший пособие по родиноведению Рязанской губернии), с 1902 г. трудился на Калужской земле. Вначале работал учителем в Малоярославецком высшем начальном училище им. С.М. Беляева, позже переехал в губернский город, где им и было написано учебное пособие по родиноведению [8; 9, с. 3; 5, 62].

При участии С.С. Чернышева известнейший калужский краевед Д.И. Малинин подготовил и выпустил в 1912 г. работу «Опыт исторического путеводителя по Калуге и главнейшим центрам губернии» [4]. Для неё С.С. Чернышевым под редакцией С.К. Персонального (краевед, член Калужского общества изучения природы и местного края – прим. В.М.) был подготовлен раздел «Географический очерк Калужской губернии».

Труд С.С. Чернышева привлекает внимание простотой изложения и небольшим объёмом, которым он предлагал «с первого же урока привлечь детей к самостоятельности» [8, с. 3]. Брошюра включает в себя три структурных части названных «отделами». Первый носит название «Общие сведения» и содержит понятия о горизонте, сторонах света, плане и карте.

Только в этом из всех трёх пособий были использованы творческие задания, называемые «задачами». Например, учащимся предлагалось сориентироваться на местности и по карте, найти в книге план местности, самому сделать из бумаги масштаб. Давались задания выполнить план класса, школьного дома, своего села. Также предлагалось описать представленную в пособии карту.

Второй отдел назван «Калужская губерния», в нём помещены краткие сведения о положении, величине и границах региона, его административном делении, рельефе («устройстве поверхности»), почве, гидрографии («орошении»), путях сообщения (железных и шоссейных дорогах, водных

путях), климате, трёх царствах природы (растительном, животном и ископаемом). Здесь же были помещены сведения о населении, его составе, религии, образовании, занятиях жителей (земледелии, скотоводстве, промышленности, ремёслах и отхожих промыслах, торговле),

В заключительном отделе «Города и замечательные местности Калужской губернии» даны общие сведения о 14 городах губернии. Для каждого представлена краткая историческая справка и небольшая географическая характеристика. Кроме этого, для уездных городов приводятся сведения о наиболее значимых населённых пунктах уездов.

В виде приложения помещена карта губернии масштаба 20 вёрст в дюйме с планом губернского города в масштабе одна верста в дюйме.

Это единственное из трёх учебных пособий по родиноведению которое было повторно издано в 1993 г. Калужским институтом усовершенствования учителей с сохранением оригинального иллюстративного материала [9]. Также известно и репринтное переиздание данного пособия, распространяемое через Интернет.

Общие сведения об учебных пособиях по родиноведению Калужской губернии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Общие сведения об учебных пособиях по родиноведению Калужской губернии

Автор	А.М. Вусович	В.М. Кашкаров	С.С. Чернышев
Название учебного пособия	«Калужская губерния. Курс родиноведения для местных учебных заведений»	«Калужская губерния. Курс родиноведения»	«Родиноведение. Краткий обзор географии Калужской губернии»
Для кого предназначено	Для местных учебных заведений	Учеб(ное) пос(обие) для городских училищ, двухклассных сельских и средних учебных заведений	Пособие для учеников четырёхклассных, двухклассных и одноклассных училищ и церковно-приходских школ
Год издания.	1886	1908	1909
Объём пособия, формат	100 с. 21x14 см	VIII, 260 с., 20 л. ил. 22,5x15 см	40 с. 22,5x15 см
Структура пособия	4 раздела, 79 подразделов	24 главы	Отдел I – 8 подпунктов, отдел II – 23 подпункта, отдел III – 14 подпунктов

Автор	А.М. Вусович	В.М. Кашкаров	С.С. Чернышев
Предисловие автора	-	Есть	Есть
Методический аппарат (вопросы, задания и т.д.)	-	-	Задачи (творческие) в отделе I
Наличие карт	Карта Калужской губернии. Масштаб: в английском дюйме – 30 вёрст	8 картограмм Калужской губернии «Чистый урожай полевых растений на одной казённой десятине в крестьянских хозяйствах ...»	Карта Калужской губернии (20 вёрст в дюйме) с планом губернского города (одна верста в дюйме)
Фотоматериалы	-	27 рисунков (по факту - фотолюитографий или фототипий)	-
Рисунки (учебные)	-	-	страны света, план школьного дома, план села, план волости, карта Калужского уезда
Таблицы	-	31 таблица со стат. данными	
Словарь	74 наименования	-	-
Список источников	-	Список из 60 наименований	-
Переиздания (когда и кем)	-	-	1993 г. (Институт усовершенствования учителей, Калуга)

Всё вышеизложенное позволяет сделать следующий общий вывод. Всего известно три пособия по родиноведению Калужского региона, каждое из которых имеет свою уникальную структуру и элементы содержания. Причём, если в конце XIX в. на историческую составляющую приходилась значительная часть содержания, то в двух последующих изданиях начала

XX столетия проявилась чёткая тенденция к расширению собственно географического содержания.

Список литературы:

1. Вусович, А.М. Калужская губерния. Курс родиноведения для местных учебных заведений. / А.М. Вусович. – Калуга: Типография А.М. Михайлова, 1886. – 100 с.
2. Калужская энциклопедия. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Издательство научной литературы Н.Ф. Бочкаревой, 2005. – 4096 с.
3. Кашкаров, В.М. Калужская губерния. Курс родиноведения: Учеб. пос. для городских училищ, двухклассных сельских и средних учебных заведений. / В.М. Кашкаров. – Калуга. Типография Губернской Земской Управы, 1908. – 260 с., 20 л. ил.
4. Малинин, Д.И. Опыт исторического путеводителя, по Калуге и главнейшим центрам губернии. / Д.И. Малинин. – Калуга, 1912. – XX, 295 с., 2 л. карт., ил.
5. Меленчук, В.М. Из истории краеведческой работы и туризма на Малоярославецкой земле / В.И. Меленчук // Вестник Калужского университета. – 2016. – № 4. – С. 62-79.
6. Памятная книжка Калужской губернии на 1881 г. – Калуга, Типография А.В. Кремер, Воскресенская улица, собственный дом, 1881. – V, 134 с.
7. Пирожков, Г.П. Российское родино(крае)ведение: зарождение и развитие (вторая половина XIX – начало XX в.) / Г.П. Пирожков // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – № 2 (16) в 2-х ч. Ч. II. – Тамбов: Грамота, 2012. – С. 179.
8. Чернышев, С.С. Родиноведение. Краткий обзор географии Калужской губернии. Пособие для учеников четырёхклассных, двухклассных и одноклассных училищ и церковно-приходских школ с приложением карты Калужской губернии. / С.С. Чернышев. – Москва: изд. кн. маг. А.Д. Карчагина в Калуге, 1909. – 52 с., 1 л. карт.: ил.
9. Чернышев, С.С. Родиноведение. Краткий обзор географии Калужской губернии. Пособие для учеников четырёхклассных, двухклассных и одноклассных училищ и церковно-приходских школ с приложением карты Калужской губернии / С.С. Чернышев. – Калуга: Институт усовершенствования учителей, 1993. – 40 с.

**Анализ экологических факторов
при оценке земель городских населённых пунктов
Т.К. Петровская, К.В. Соложенкова, Э.Ю. Сулова**

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

Актуальность данной темы заключается в том, что на сегодняшний момент в Российской Федерации отсутствует методика учёта экологических факторов при проведении кадастровой оценки несмотря на то, что экологические факторы – это одни из самых основных факторов, которые способны влиять на рыночную стоимость объектов недвижимости.

Ключевые слова: экологические факторы, законодательство Российской Федерации, земельные участки, кадастровая оценка.

**Taking into account environmental factors when assessing land
in urban settlements**

T.K. Petrovskaya, K.V. Solozhenkova, E.Yu. Suslova
Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga

The relevance of this topic lies in the fact that at the moment in the Russian Federation there is no methodology for taking into account environmental factors when conducting cadastral valuation, despite the fact that environmental factors are one of the most basic factors that can influence the market value of real estate.

Key words: environmental factors, legislation of the Russian Federation, land plots, cadastral valuation.

В настоящее время проблема экологии имеет экономическую и социальную значимость. Говоря об экологических проблемах, обычно речь идёт о загрязнённом воздухе, воде, повышенном шуме или радиации, а ведь все это формирует самый важный экологический фактор – природная среда и её состояние.

Земля обладает стоимостью, правильная оценка которой способствует успешному функционированию и развитию экономики. Данные об экологическом состоянии земель городских населённых пунктов необходимы для корректировки кадастровой стоимости земель с учётом экологических факторов.

На сегодняшний момент в Российской Федерации отсутствует методика учёта экологических факторов при проведении кадастровой оценки,

несмотря на то что экологические факторы – это одни из самых основных факторов, которые способны влиять на рыночную стоимость объектов недвижимости. В законодательстве Российской Федерации не содержится информация и требования в отношении экологических факторов, которые могли бы повлиять на стоимость недвижимости.

В нашей стране оценка экологического ущерба не применяется именно по отношению к оценочной деятельности. В Гражданском кодексе Российской Федерации под термином «экологический ущерб/вред» предполагает моральный вред и реальный ущерб, какую-либо упущенную выгоду [1]. В то же время нормативные правовые акты, устанавливающие порядок охраны окружающей среды, данное понятие раскрывают, как негативное влияние на природу в денежном выражении.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» к вреду окружающей среде относит её отрицательное изменение из-за загрязнений, которые приводят к «деградации естественных экологических систем» и «истощению природных ресурсов». Но смысл этих двух понятий не раскрывается, что затрудняет определение размера вреда (т.к. неизвестно с какого именно момента наступает деградация). Такой недочёт способствует уклонению от ответственности за причинённый ущерб/вред [2].

Ст. 79 ФЗ «Об охране окружающей среды» гласит: «Вред, причинённый здоровью и имуществу граждан негативным воздействием окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц, подлежит возмещению в полном объёме».

Требования к оценке недвижимости в России и согласно международным стандартам приведены в таблице 1.

В зависимости от вида воздействия экологические факторы условно можно разделить на:

- положительные факторы – параметры окружающей человека среды, которые повышают стоимость объекта недвижимости,
- отрицательные факторы – параметры, понижающие стоимость объекта недвижимости.

Факторы для оценки недвижимости можно подразделить на качественные, количественные параметры и природные условия.

Таблица 1 – Экологические факторы

Фактор	Подкласс фактора	Пояснение
1. Факторы, непосредственно влияющие на стоимость	Качественные параметры	– Химический состав материалов недвижимости; – Экологические характеристики участка; – местоположение
	Количественные параметры	Факторы, которые измеряются в величинах
	Природные условия	– климатические особенности; – гидрогеологические особенности; – гидрологические особенности; – горно-геологические особенности
2. Юридические обязательства		Материальная и финансовую ответственность за причиненный экологический ущерб, а также за дополнительные траты по восстановлению качества среды, замене оборудования и технологий, устранению загрязнений
3. Ограничения в использовании недвижимости		Законодательные ограничения, обременения и требования в сфере экологии

К качественным параметрам относят:

– химический состав материалов, собственно, самих элементов недвижимости, из которых сделана постройка, уровень загрязнения внутри помещения, вызванный либо используемыми в строительстве материалами, либо технологиями производства, или иными внешними воздействиями.

– экологические характеристики земельного участка, а именно его загрязнение химическими веществами, захламление, степень деградации почвенного покрова, наличие погребённых почв и грунтов, загрязнённых опасными и токсическими веществами (радиационное заражение земли), в т.ч. наличием выходов радона.

К количественным факторам, характеризующим экологическое состояние, относятся те факторы среды, которые измеряются в количественных величинах, и доступны для получения. Например, уровень загрязнения воздуха, количество растворенного вредного вещества в воде и т.п.

Рассмотрим объекты недвижимости (земельные участки) муниципального образования города Суворов Тульской области.

Согласно Генеральному плану, г. Суворов экологическая ситуация по району оценивается как удовлетворительная. Город Суворов расположен на северо-восточном склоне Средне-Русской возвышенности на левом берегу Черепетского водохранилища. Рельеф данной местности пересечённый и холмистый. Максимальная абсолютная отметка рельефа составляет 223,0 м, а минимальная – 152,9 м, причём последняя связана с уровнем воды в Черепетском водохранилище. Территория города имеет общий уклон в сторону водохранилища, что означает, что склон города направлен вниз по отношению к водохранилищу [3].

Одной из основных проблем в муниципальном образовании является загрязнение почвы. Главными причинами этого являются несовершенная система сбора, временного хранения, транспортировки и утилизации бытовых и промышленных отходов, как результат, – загрязнение почвы солями тяжёлых металлов и наличие гельминтов. Также отмечается несоответствие санкционированных полигонов по захоронению отходов санитарным требованиям, а также присутствие хаотически возникших свалок.

В границах территории МО г. Суворов располагаются лесные участки Суворовского лесничества, а также городские леса, общая площадь которых составляет 77 га [5]. Зелёный фонд, представленный лесами и другими зелёными насаждениями, играет важную роль в архитектурно-планировочной и пространственной организации территории населённых пунктов. Он придаёт территории своеобразие и выразительность, создаёт благоприятную атмосферу для проживания и отдыха жителей.

Кроме того, зелёные насаждения способствуют снижению уровня шума, поглощают вредные вещества из воздуха и улучшают его качество. Они также служат местом обитания для различных видов растений и животных, способствуя сохранению биоразнообразия. Поэтому охрана и развитие зелёных насаждений являются важными задачами для обеспечения экологической устойчивости и качества жизни в городе Суворове [3].

Рассмотрим каким образом всё же экология влияет на кадастровую оценку. Высокую стоимость имеет земля с высокой степенью застройки и наличием транспортных и инженерных коммуникаций. А такие земли, которые расположены на периферии городов и занятые природными компонентами, оказываются самыми дешёвыми. В то же время, земли с водными объектами, растительностью – это природная система города, обеспечивающая жизнь, которая должна соответствующе оцениваться, пропорционально её вкладу в обеспечение экологического благополучия города.

У обоих участков одинаковый вид разрешённого использования – для части индивидуального жилого дома. Площадь первого участка – 1 018 кв. м, а площадь второго – 1 045 кв. м. Но при этом, стоимость второго участка (742 692,6 руб.) меньше стоимости первого (851 750,42 руб.). Такая разница связана с тем, что второй участок находится в районе города, расположенного рядом с электростанцией «Черепетская ГРЭС», от выбросов которой так или иначе загрязняется воздух и вода. В то время, как первый участок, наоборот, расположен в экологически более чистом районе. Также, немалую роль играет и тот фактор, что первый участок находится намного ближе к центру города и цивилизации, нежели второй участок.

Пример 2. Два земельных участка: первый с кадастровым номером 71:18:030214:XXXX (рисунок 3) и второй с кадастровым номером 71:18:030207:XXX (рисунок 4).

Оба участка с разрешённым использованием под индивидуальное жилищное строительство. Площадь первого 1 059 кв. м, а площадь второго – 1 074 кв. м. Несмотря на маленькую разницу в площади, их кадастровая стоимость довольно сильно отличается. У первого она составляет 643 173,06 руб., а у второго – 898 605, 06 руб. Такая разница объясняется тем, что местоположение второго участка более выгодное, чем у первого. Первый участок расположен вблизи заправки, а также рядом с трассой с большим потоком машин, а значит, что для населения этот район считается не привлекательным для проживания. Второй же участок расположен рядом со сквером, где имеется большое количество зелёных насаждений, а значит его можно считать более экологически привлекательным для проживания.





Рисунок 4 – Земельный участок с кадастровым номером 71:18:030207:XXX

Описанная процедура учёта влияния экологических факторов на стоимость недвижимости достаточно условна. Это связано с тем, что экологические факторы часто проявляются вместе и выделить их в самостоятельные элементы не всегда представляется возможным, кроме того, показатели качества окружающей среды, измеряемые количественно, редко используются практикующими оценщиками в целях оценки коммерческой недвижимости в силу проблематичности и труднодоступности получения исходных параметров для расчёта этих показателей.

Тем не менее, отражение общего состояния экологического фона можно увидеть в ценах на недвижимость, расположенную в разных районах. Это может быть учтено через такой элемент сравнения как местоположение оцениваемого объекта.

На основании исследования теоретических аспектов экологических факторов в кадастровой оценке можно сделать заключение о том, что в оценке недвижимости экологические факторы стоит выделять в отдельную группу, которая существенно может повлиять на стоимость объекта недвижимости. А также, что экологическое воздействие на кадастровую стоимость может быть, как позитивным, так и негативным. В ходе исследования также было выявлено, что экологические факторы могут проявляться не только на локальном и региональном уровне, но даже и на глобальном.

Таким образом, экономия затрат на покупку жилья сегодня является для него компенсацией ущерба, который ему будет нанесён в дальнейшем при проживании в загрязнённом районе.

Список литературы:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ) 30 ноября 1994 года № 51-ФЗ.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
3. Генеральный план города Муниципального образования г. Суворов. – 2023. – 85 с.
4. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru/#/search/65.64951699999888,122.73014399999792/>
5. Соложенкова, К.В., Петровская, Т.К. Влияние экологических факторов на оценку объектов недвижимости / К.В. Соложенкова, Т.К. Петровская // Вестник Калужского университета. – 2023. – № 3. – С. 86-89.
6. Соложенкова, К.В., Петровская, Т.К., Евсева, А.А. Комплексная оценка кадастровая оценка земель города Суворова Тульской области / К.В. Соложенкова, Т.К. Петровская, А.А. Евсева // Экология урбанизированных территорий. – 2022. – № 1. – С. 94-99.

ХИМИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

УДК 546.763; 546.732

Синтез мезопористых гибридных материалов на основе органосиликатов с комплексами Co(II) и Cr(III) в их структуре

А.К. Ахлебинин¹, А.А. Маерле²

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

²*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

Были получены металлсодержащие органосиликаты, с включёнными в структуру комплексами кобальта и хрома. Полученные материалы имели однородное включение металлов и хорошие текстурные свойства (высокая поверхность, однородная пористость). Методом УФ-спектроскопии показано, что металлы находятся в структуре соединения.

Ключевые слова: Гибридные материалы, мезопористые материалы, совместная конденсация, иммобилизация комплексов.

Synthesis of mesoporous hybrid materials based on organosilicates with Co(II) and Cr(III) complexes in structure

A.K. Akhlebinin¹, A.A. Maerle²

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

²*Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow*

Organometallic coordination compound with cobalt and chromium complexes included in the structure were obtained. The obtained materials had a homogeneous incorporation of metals and good textural properties (high surface, uniform porosity). It has been shown by UV spectroscopy that metals are present in the structure of the compound.

Key words: Hybrid materials, mesoporous materials, co-condensation, complexes immobilization.

Введение

За последнее десятилетие проблема получения гибридных органосиликатов, содержащих металлы, была решена с помощью так называемого метода «включения». Метод заключается во внедрении каталитических металлических комплексов в стенки мезопористых силикатных материалов.

Первым шагом в достижении этой цели стал синтез органометаллических соединений с использованием функциональных лигандов, со способностью к поликонденсации. Сококонденсация этих органокометаллических комплексов с подходящим источником кремния (например, тетраэтоксисилан (TEOS), раствор силиката натрия) при наличии структуро-направляющего агента приводит к получению искомым материалов. Эти материалы характеризуются не только более равномерным распределением активных компонентов, но также улучшением каталитической активности, стабильности и защиты от выщелачивания из-за отсутствия закупоривания пор [1]. Был получен ряд силикатов SBA-15, содержащих комплексы Cu (II) и Co (II) с лигандами в виде циклама, которые были получены с использованием нейтрального темплатного синтеза, где в качестве структурообразующего агента использовался Plurionic F127. В работе [2, представлен синтез материалов на основе MCM-41 с содержанием ванадиевых комплексов оснований Шиффа или циклических органопроизводных Pd производных с использованием основного синтеза, в котором ПАВ – это цетилтриметилбромид аммония. Основания Шиффа (азометины) – это N-замещённые соединения, в которых азот связан не с водородом, а с арильной или алкильной группами. Также в литературе описано создание материала, полученного включением фосфинового комплекса Rh (I) в SBA-3. Эти материалы используются для гидрирования алкенов.

В 2013 году, авторами [3] был предложен новый метод синтеза органосиликатных материалов, с включёнными в структуру металлокомплексами. Для того чтобы избежать стадии синтеза сложного металлоорганического прекурсора, был использован, так называемый «связующий» агент – 3-аминопропилтриэтоксисилан (APTS). В растворе соли металла аминогруппа APTS образует ковалентную связь с атомом металла, в результате чего, по предположению авторов, образуется комплекс металла, с соответствующим координационным числом. После чего происходит гидролиз силанольной группы связующего и дальнейшая сококонденсация с кремниевым прекурсором (TEOS).

Структура полученного материала представлена на рисунке 1.

Многие металлические комплексы – катионные, и поэтому включение этих комплексов проходит по пути S-N+I- (S- – анионное ПАВ, N+ – катионные амино-группы, I- – неорганический прекурсор) [1]. Синтез металлических комплексов гибридных органосиликатов с катионными комплексами, включёнными в мезопористый SiO₂, приготовили с использованием анионного ПАВ (додецилсульфат натрия) и связывающего агента

(APTS). В этом случае взаимодействие N+I- не электростатическое, а ковалентное, потому что лиганды аминогрупп содержат триэтоксисиланольные группы как терминальные группы для соконденсации с неорганическим прекурсором, что обеспечивает эффективное включение комплекса.

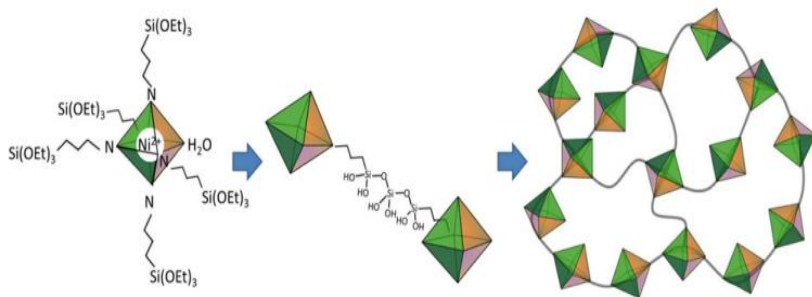


Рисунок 1 – Синтез мезопористых органосиликатов, со включенными комплексами Ni(II) [1]

Плюсом данной методики является то, что синтез одностадийный, поскольку включение металла в каркас и синтез носителя происходят параллельно. Методика достаточно проста, сокращает затраты реагентов и энергии, а также экологически выгодна. В конце синтеза ПАВ удаляют с использованием ионообменных процессов, что позволяет при необходимости повторно использовать реагент.

Вышеописанным методом было получено новое семейство мезопористых гибридных органосиликатов, с включением в стенки пор металлокомплексов. Однако, в литературе представлены, органосиликаты со включёнными комплексами лишь двух металлов (Ni, Cu), хотя в качестве катализаторов могут выступать также и соединения других металлов. Таким образом целью нашей работы был синтез гибридных органосиликатов с включёнными в стенки пор комплексами кобальта и хрома и изучение структуры полученных образцов.

Экспериментальная часть

Были использованы следующие реактивы: додецилсульфат натрия, Aldrich, 98%, этиловый спирт (х.ч.), тетраэтилортосилиан (о.с.ч.), 3-аминопропилтриэтоксисилан, Alfa Aesar, 98%, ацетат кобальта (II) (х.ч.), ацетат хрома (III) (х.ч.), ацетата натрия (х.ч.), дистиллированная вода.

Гибридные материалы были получены следующим образом. В колбе смешивали 200 мл воды и 88 мл спирта. После добавляли 1,1 г додецилсульфата натрия. Реакционную смесь перемешивали в течение суток при 60°C. В полученный раствор добавляли необходимое количество прекурсора металла и, после его растворения, по каплям добавляли смесь TEOS и APTS в соотношениях, приведённых в таблице 1, после чего полученная смесь перемешивалась 24 часа при 60°C с последующей гидротермальной обработкой при 60°C. Полученный продукт центрифугировали и экстрагировали темплат (экстракционная смесь 200 мл воды, 100 мл спирта и 60 г ацетата натрия). Высушили полученный твёрдый продукт.

Таблица 1 – Исходные реагенты

Металл (соль)	Масса, г	TEOS, г	APTS, г
Co ²⁺ ((CH ₃ COO) ₂ Co)	0,76	4	4,2
Co ²⁺ ((CH ₃ COO) ₂ Co)	0,25	4	1,4
Cr ³⁺ ((CH ₃ COO) ₃ Cr)	0,73	4,2	4
Cr ³⁺ ((CH ₃ COO) ₃ Cr)	0,24	4,2	1,4

Пористую структуру исследовали методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота на приборе ASAP 2000N Micromeritics. Расчёт удельной поверхности по БЭТ, объёма и среднего диаметра пор проводили по изотермам адсорбции азота при 77 К. УФ-спектры твёрдых материалов, содержащих комплексы металлов, получали на приборе Thermo Evolution 600 фирмы в диапазоне 190-850 нм с шагом 2 нм.

Результаты и их обсуждение

Площадь поверхности для образцов, экстракция темплата из которых происходила ионообменным методом, составляла 25-30 м²/г, что означает отсутствие пор в полученных материалах, мы предположили, что отсутствие пористой структуры в образцах связано с тем, что во время экстракции темплат не был удалён (ионообменный метод не подходит для экстракции додецилсульфата натрия из пор гибридного материала). Поэтому нами была предложена новая методика экстракции темплата. Вещество помещают в смесь воды и спирта (1:1), подкисляют соляной кислотой, а после подвергают ультразвуковой обработке в течение 30 минут. Данную процедуру повторяют три раза. Метод основан на том, что, по литературным, данным ультразвук разбивает мицеллы темплата на составляющие их молекулы, что способствует экстракции ПАВ из пор материала. При сравнении площади поверхности образцов можно заметить, что площадь поверхности

образцов после дополнительной процедуры экстракции значительно увеличилась, что говорит о том, что поры стали доступны. Такой же вывод можно сделать, исходя из изотерм адсорбции-десорбции. На изотерме рисунок 2 можно увидеть образование ещё одной петли гистерезиса для образцов, подвергнутых дополнительной экстракции, в области относительных давлений 0,4-0,8, которая свидетельствует о существовании пор в данных материалах. Наличие однородной пористой структуры подтверждается диаграммами распределения пор (рисунок 3).

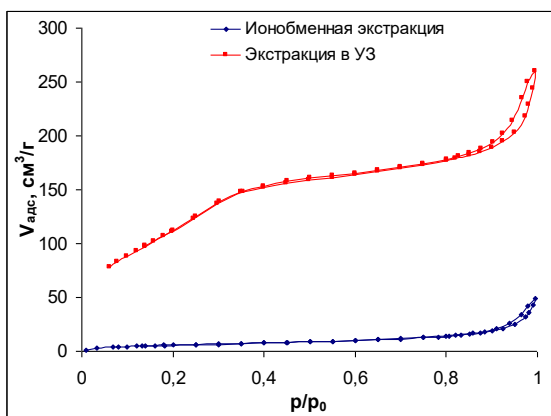


Рисунок 2 – Изотермы низкотемпературной адсорбции азота для органосиликата с включением кобальта

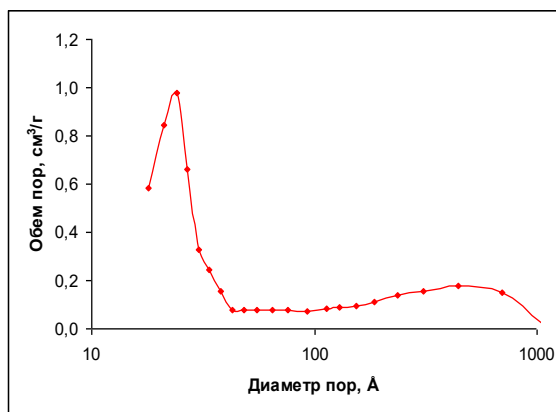


Рисунок 3 – Распределение пор по размерам для органосиликата с включением кобальта, полученного с применением экстракцией в УЗ

Как можно видеть из представленных данных, кривые распределения пор по размерам имеют ярко выраженный максимум, соответствующий диаметру пор порядка 2,5 нм. Широкий пик в области 50 нм соответствует щелевым порам и дефектам поверхности носителя. Образцы, не подвергнутые экстракции в ультразвуке, не имели чёткого распределения пор, т.е. их поверхность определяется лишь неупорядоченными щелевыми порами.

Состояние металлов исследовалось с помощью УФ-спектроскопии диффузного отражения. В таблице приведены результаты для полученных материалов. Для полученных образцов, содержащий кобальт, наблюдаются три пика от 500 до 650 нм. Первый максимум близок к Co (II), то есть исходному раствору соли. Два других пика говорят о том, что в полученном материале присутствуют соединения кобальта, являющиеся продуктом реакции с APTS.

В таблице 2 представлены результаты УФ-спектроскопии.

Таблица 2 – Результаты УФ-спектроскопии

Образец	Длина волны, nm
US-CoNCSi-1	533, 584, 641
US-CrNCSi-1	237, 431, 603, 695

Для исследования стабильности полученных веществ нами был проведён термогравиметрический анализ. Падение массы наблюдалось при 80-160°C, которое соответствует удалению адсорбированной воды. На кривой теплового потока в этом же диапазоне температур присутствует эндо-эффект. В интервале 200-520°C была потеря массы, соответствующая разложению органической части материала. Следовательно, можно предположить, что при температуре до 180°C образец стабилен.

Таким образом, синтезированы гибридные органосиликаты, содержащие в структуре комплексы кобальта и хрома. Исследована структура и стабильность полученных образцов. Предложена новая методика экстракции для синтезированных материалов.

Список литературы:

1. Serrano, E., Linares, N., Garcia-Martinez, J., Berenguer, J.R. Sol-gel coordination chemistry: building catalysts from the bottom-up. / E. Serrano, N. Linares, J. Garcia-Martinez, J.R. Berenguer // ChemCatChem. – 2013. – № 5. – P. 844-860. DOI:10.1002/chin.201327206 (Дата обращения: 15.03.2024).

2. Baleizao, B., Gigante, B., Das, D., Alavro, M., Garcia, H., Corma, A. Periodic Mesoporous Organosilica: incorporation of a catalytically active vanadyl Schiff base complex in the framework. / B. Baleizao, B. Gigante, D. Das, M. Alavro, H. Garcia, A. Corma // J. Catal. – 2004. – № 223. – P. 106-113. DOI:10.1016/j.jcat.2004.01.016 (Дата обращения: 15.03.2024).
3. Linares, N., Serrano, E., Carrillo, A.I., Garcia-Martinez, J. Metal-complex ionosilicas: cationic mesoporus silica with Ni(II) and Cu(II) complexes in their framework. / N. Linares, E. Serrano, A.I. Carrillo, J. Garcia-Martinez // Mat. Let. – 2013. – № 95. – P.93-96. DOI:10.1016/j.matlet.2012.12.036 (Дата обращения: 15.03.2024).

УДК 543.641

**Исследование биологически активных соединений
в экстрактах из клубней картофеля**

Е.В. Богачева, А.К. Ахлебинин

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

Методами потенциометрии, иодиметрического титрования и УФ-спектроскопии проведён анализ составов соков и экстрактов клубней картофеля, полученных путём экстрагирования соляной кислотой, водой, гидроксидом натрия, серной кислотой, карбонатом натрия с последующей перегонкой с водяным паром.

Ключевые слова: картофель, соки, экстракты, дистилляция, перегонка, потенциометрия, иодиметрия, титрование, УФ-спектроскопия, биологически активные вещества.

Study of biologically active compounds in potato tubers extracts

E.V. Bogacheva, A.K. Akhlebinin

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

The compositions of potato tuber juices and extracts obtained by extraction with hydrochloric acid, water, sodium hydroxide, sulfuric acid, sodium carbonate followed by distillation with water vapor have been analyzed by methods of potentiometry, iodimetric titration and UV-spectroscopy.

Key words: potatoes, juices, extracts, distillation, distilling, potentiometry, iodimetry, titration, UV-spectroscopy, biologically active substances.

Введение

Паслён клубненосный – он же картофель – является одной из самых популярных, доступных и питательных овощных культур [0]. Химический состав картофеля представлен различными органическими кислотами, углеводами, витаминами, аминокислотами, флавоноидами, каротиноидами и гликоалкалоидами, которые составляют группу биологически активных соединений. Эти вещества обладают сильным биологическим действием, поэтому картофель используется в народной медицине в качестве средства для лечения недугов ЖКТ [0] и простудных заболеваний.

Целью настоящей работы является исследование содержания биологически активных веществ в клубнях картофеля методами потенциометрии, иодиметрического титрования и УФ-спектроскопии.

Объектами исследования являются три сорта картофеля, собранных на территории Калужской области: «Удача», «Джувел» и «Уладар».

Картофель хранился в тёмном месте при температуре 5°C. Для экспериментов клубни тщательно промывались под проточной водой и использовались вместе с кожурой.

Соки были получены измельчением клубней и последующей фильтрацией. Для иодиметрии в качестве экстрагента использовался 2%-ный раствор соляной кислоты. В процессе получения дистиллятов перегонкой с водяным паром в качестве растворителей использовались дистиллированная вода, 10%-ные растворы гидроксида натрия, серной кислоты и карбоната натрия.

Обсуждение результатов

Анализ соков проводился с использованием рН-метра с хлорсеребряным электродом. Для более достоверных значений водородный показатель измерялся трижды.

Полученные данные (таблица 1) для сортов «Удача» и «Уладар» сходятся с литературными данными [3] и имеют слабокислую среду, что обусловлено общим содержанием органических кислот в картофеле. Однако рН сока «Джувел» имеет слабощелочную среду, что может быть связано либо с общим избытком калия относительно суммы кислот, либо с процессами окисления и разложения кислот. Эксперимент для сорта «Джувел» требует уточнения.

Таблица 1 – Экспериментальные данные по определению рН соков картофеля разных сортов

Сорт картофеля	рН _i			рН _{ср}	S	ΔрН	ε _{рН}	Доверительный интервал
Джувел	7,34	7,39	7,42	7,38	0,0404 15	0,10033 3	1,36 %	7,38 ± 0,10
Удача	6,86	6,85	6,86	6,86	0,0057 74	0,01433 3	0,21 %	6,86 ± 0,01
Уладар	6,32	6,35	6,36	6,34	0,0208 17	0,05168	0,81 %	6,34 ± 0,05

Таблица 2 – Динамика содержания витамина С в разных сортах картофеля в зависимости от времени хранения

Содержание витамина С, мг%					
Дата эксперимента	28.11.2023	13.02.2024	12.03.2024	02.04.2024	Изменение содержания витамина С
Сорт картофеля					
Удача	15,88 ± 0,64	12,41 ± 0,50	6,91 ± 0,47	6,08 ± 0,29	-61,71%
Джувел	14,05 ± 0,55	11,81 ± 0,48	6,51 ± 0,24	5,44 ± 0,24	-61,30%
Уладар	-	10,51 ± 0,51	6,38 ± 0,44	5,73 ± 0,28	-45,48%

Таблица 3 – Экспериментальные данные иодиметрического титрования солянокислых вытяжек картофеля разных сортов

Дата	Сорт	m _{нав} , г			V _{титр} , мл		
28.11.2023	Джувел	5,01	4,99	5,01	0,80	0,80	0,78
	Удача	5,01	5,00	5,00	0,91	0,88	0,90
13.02.2024	Удача	4,99	5,01	4,99	0,71	0,69	0,70
	Джувел	5,01	4,99	5,01	0,68	0,66	0,66
	Уладар	4,99	5,01	5,00	0,60	0,60	0,58
12.03.2024	Удача	5,01	5,01	4,99	0,38	0,39	0,40
	Джувел	4,99	4,99	5,00	0,36	0,37	0,37
	Уладар	4,99	5,01	4,99	0,37	0,36	0,35
02.04.2024	Удача	4,99	5,01	5,01	0,35	0,34	0,34
	Джувел	4,99	5,01	4,99	0,31	0,31	0,3
	Уладар	4,99	5,00	5,01	0,33	0,32	0,32

Таблица 4 – Данные статистической обработки иодиметрического титрования солянокислых вытяжек картофеля разных сортов

Дата эксперимента	Сорт картофеля	A _i			\bar{A}	S	ΔA	ε _A , %	Доверительный интервал
28.11.2023	Джувел	0,80	0,80	0,78	0,79	0,011547	0,028667	3,61	0,79 ± 0,03
	Удача	0,91	0,88	0,90	0,90	0,015275	0,037922	4,23	0,90 ± 0,04
13.02.2024	Удача	0,71	0,69	0,70	0,70	0,01	0,024826	3,55	0,70 ± 0,02
	Джувел	0,68	0,66	0,66	0,67	0,011547	0,028667	4,30	0,67 ± 0,03
	Уладар	0,60	0,60	0,58	0,59	0,011547	0,028667	4,83	0,59 ± 0,03
12.03.2024	Удача	0,38	0,39	0,40	0,39	0,01	0,024826	6,37	0,39 ± 0,02
	Джувел	0,36	0,37	0,37	0,37	0,005774	0,014333	3,91%	0,37 ± 0,01
	Уладар	0,37	0,36	0,35	0,36	0,01	0,024826	6,90%	0,36 ± 0,02
02.04.2024	Удача	0,35	0,34	0,34	0,34	0,005774	0,014333	4,17%	0,34 ± 0,01
	Джувел	0,31	0,31	0,3	0,31	0,005774	0,014333	4,67%	0,31 ± 0,01
	Уладар	0,33	0,32	0,32	0,32	0,005774	0,014333	4,43%	0,32 ± 0,01

Таблица 5 – Данные статистической обработки содержания аскорбиновой кислоты в разных сортах картофеля

Дата	Сорт	m, мг/100г			m _{ср} , мг / 100 г	S	Δm	ε _m , %	Доверительный интервал
28.11.2023	Джувел	14,1477	14,20441	13,79401	14,05	0,222388	0,552103	3,93	14,05 ± 0,55
	Удача	16,09301	15,5936	15,948	15,88	0,256919	0,637827	4,02	15,88 ± 0,64
13.02.2024	Удача	12,60641	12,2024	12,42886	12,41	0,202502	0,502732	4,05	12,41 ± 0,50
	Джувел	12,02555	11,71864	11,67186	11,81	0,192129	0,476981	4,04	11,81 ± 0,48
	Уладар	10,65331	10,61078	10,2776	10,51	0,205739	0,51077	4,86	10,51 ± 0,51
12.03.2024	Удача	6,72016	6,897006	7,102204	6,91	0,191198	0,474668	6,87	6,91 ± 0,47
	Джувел	6,391984	6,569539	6,5564	6,51	0,098937	0,245621	3,78	6,51 ± 0,24
	Уладар	6,569539	6,366467	6,214429	6,38	0,178165	0,442314	6,93	6,38 ± 0,44

Да-та	Сорт	m, мг/100г			m _{ср} , мг / 100 г	S	Δm	ε _m , %	Довери-тельный интервал
02.04.2024	Удача	6,21 4429	6,0127 74	6,0127 74	6,08	0,1164 25	0,2890 38	4,7 5	6,08 ± 0,29
	Джувел	5,50 4208	5,4822 36	5,3266 53	5,44	0,0967 94	0,2403 01	4,4 2	5,44 ± 0,24
	Уладар	5,85 9319	5,6704	5,6590 82	5,73	0,1124 82	0,2792 48	4,8 7	5,73 ± 0,28

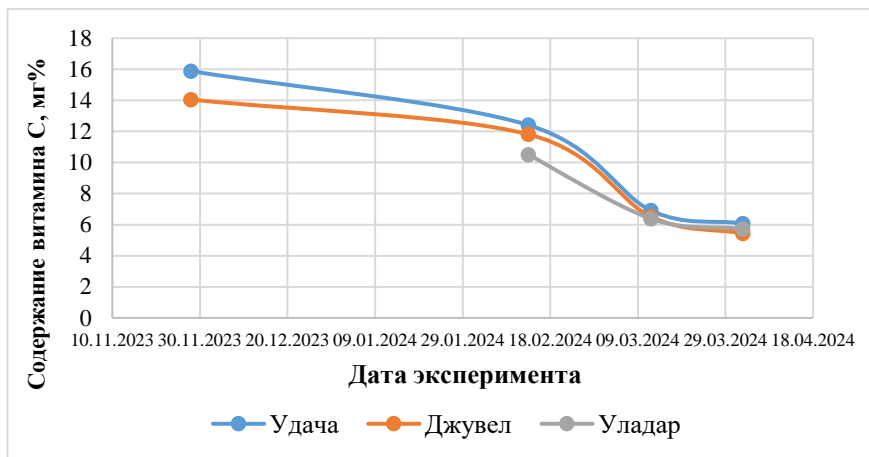


Рисунок 1 – Зависимость содержания витамина С от сорта и сроков хранения клубней картофеля

Для более точных результатов титрование проводилось три раза. Полученные данные сходятся с литературными [4]. Для выявления динамики содержания витамина С в ягодах провели эксперимент спустя 12, 16 и 19 недель (таблицы 2-5). По данным графика (рисунок 1) можно сказать, что в клубнях картофеля наблюдается тенденция к уменьшению аскорбиновой кислоты в условиях долгого хранения при низких температурах на 45-62%.

Аскорбиновая кислота – это ненасыщенное химическое соединение, которое постепенно подвергается окислению. Биохимические процессы, протекающие в клубнях, являются причиной изменения их химического состава в процессе хранения. Основной причиной снижения концентрации витамина С в процессе хранения картофеля является внутриклеточное дыхание, связанное с образованием АТФ. В присутствии широко распространенного в растительных тканях фермента аскорбиновой кислоты аскорбиназы,

аскорбиновая кислота окисляется кислородом воздуха с образованием дегидроаскорбиновой кислоты и перекисью водорода.

– Для профилактики и лечения простудных заболеваний существует так называемое «дыхание над картофелем», что представляет из себя ингаляционную процедуру. Несмотря на риски получения ожогов при неосторожном проведении такой процедуры, этот вид ингаляции прогревает слизистую, дыхательные пути и расширяет сосуды.

– Исследование картофельных дистиллятов основывается на предположении, что с парами картофельного отвара в организм могут попадать различные биологически активные вещества. Так возникает вопрос о целесообразности проведения подобной процедуры.

– Характер дистиллятов отличался от образца и растворителя (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристики дистиллятов

Характеристика		Объем, мл	Цвет дистиллята	Запах дистиллята	Особенности в процессе дистилляции
Растворитель	Сорт картофеля				
Вода дист.	Удача	75	Бесцветный, прозрачный	Едва ощутимый перваренного картофеля	Нет
	Джувел	75			
	Уладар	75			
NaOH _{10%}	Удача	75	Жёлтый, прозрачный	Резкий	Быстрое растворение образца в процессе кипения
	Джувел	75			
	Уладар	75			
H ₂ SO ₄ _{10%}	Удача	75	Бесцветный, прозрачный	Резкий	Нет
	Джувел	75			
	Уладар	75			
Na ₂ CO ₃ _{10%}	Удача	80	Слегка жёлтый, прозрачный	Специфический	Вспенивание кипящего раствора
	Джувел	80			
	Уладар	75			

На приборе «PerkinElmer Lambda 35» были получены УФ-спектры дистиллятов. Данные спектров отображены на рисунках 2-6.

Как можно заметить, в дистиллятах с использованием дистиллированной воды в качестве растворителя практически не наблюдаются спектры поглощения, на основе чего можно сделать вывод, что с парами «классической» ингаляции биологически активные вещества в организм не поступают.

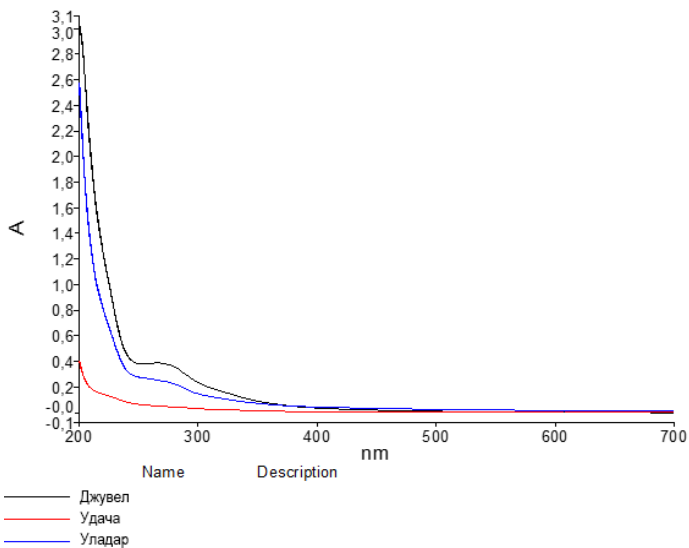


Рисунок 2 – УФ-спектры дистиллятов на основе 10%-ного раствора карбоната натрия без разбавления

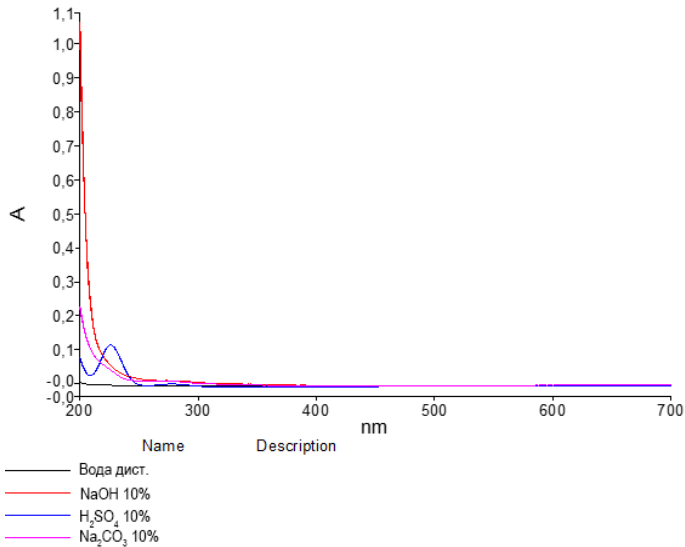


Рисунок 3 – УФ-спектры дистиллятов сорта «Уладар» с разбавлением 1 к 10

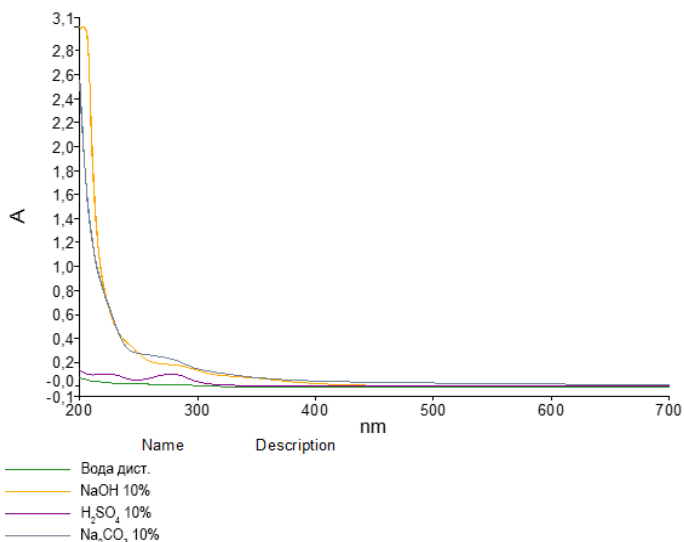


Рисунок 4 – УФ-спектры дистиллятов сорта «Уладар» без разбавления

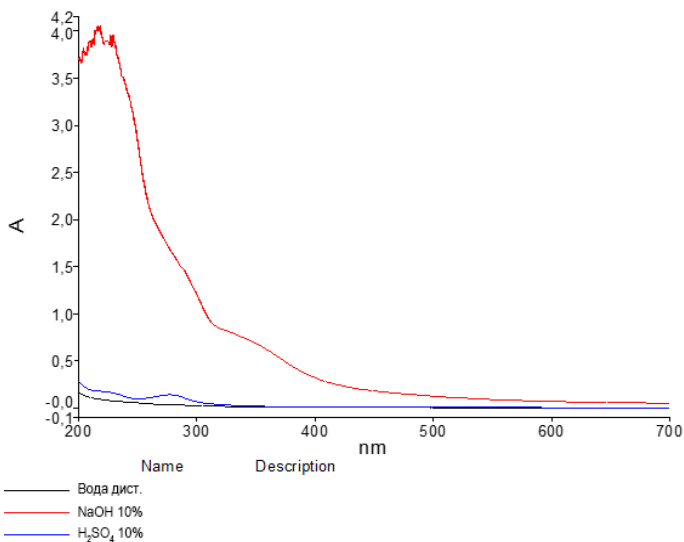


Рисунок 5 – УФ-спектры дистиллятов сорта «Удача» без разбавления

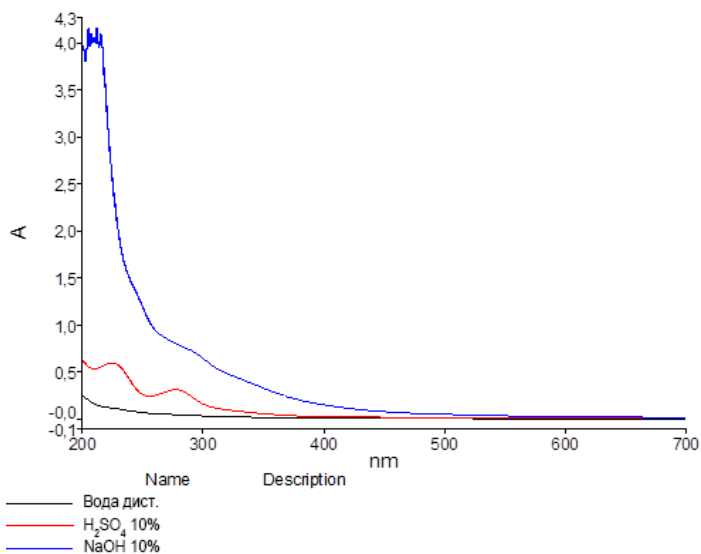


Рисунок 6 – УФ-спектры сорта «Джувел» без разбавления

В случае дистиллятов 10%-ного раствора серной кислоты в качестве растворителя отмечаются максимумы поглощения $\lambda_{\max} = 225 \pm 5$ нм низкой и средней интенсивности, обусловленные $\pi \rightarrow \pi^*$ и $n \rightarrow \pi^*$ электронными переходами и характерные для карбонильных соединений и соединений с сопряжёнными системами вида $C=C-C=C$, $C=C-C=N$, $C=N-N=C$ и $N=C-C=N$. Соединениями с подобной структурой являются хлорогеновая кислота, вещества группы флавоноидов и витамины группы В.

Аналогичная ситуация наблюдается и с 10%-ным раствором гидроксида натрия, где имеются максимумы поглощения $\lambda_{\max} = 270-290$ нм при низкой и высокой интенсивности, что характерно для $\pi \rightarrow \pi^*$ и $n \rightarrow \pi^*$ перехода карбонильной группы и сопряжённых систем вида $C=C-C=O$ и $C=C-N=O$. Однако для этих же дистиллятов в целом наблюдаются очень широкие полосы поглощения по всей УФ-области с крайне высокой интенсивностью, что не позволяет делать какие-то точные выводы о составе экстрагированных веществ.

Важно отметить, что алкалоиды чаще всего экстрагируются в кислой и щелочной средах [5], однако карбонильные группы не входят в состав α -соланина и α -чаконина, характерных для картофеля, поэтому можно выдвинуть предположение, что в дистиллятах на основе кислоты их нет.

Подобную предыдущим двум картинам можно наблюдать и в случае 10%-ного раствора карбоната натрия в качестве растворителя. Максимумы поглощения $\lambda_{\max} = 270 \pm 5$ нм с низкой интенсивностью характеризуются $\pi \rightarrow \pi^*$ и $n \rightarrow \pi^*$ электронными переходами карбонильной группы. Большое количество карбонильных групп в себе содержат органические кислоты. Предположительно, подобные максимумы поглощения будут наблюдаться и в случае с использованием в качестве растворителя 10%-ного раствора пищевой соды.

Говоря о целесообразности «дыхания над картофелем», можно сделать вывод, что ингаляции в домашних условиях на основе кипяченой воды практически не имеют пользы с точки зрения поступления биологически активных веществ в организм. Однако добавление пищевой соды в воду, вероятно, поспособствует выделению некоторых биологически активных соединений в пар.

Выводы.

1. Потенциометрическим методом исследования было установлено, что сорта картофеля «Джувел» и «Уладар» имеют слабокислую среду, что обусловлено общим содержанием органических кислот в составе клубней. Сорт картофеля «Удача» имеет слабощелочную среду, что, предположительно, обусловлено общим избытком калия в составе клубней.

2. Иодиметрическим методом было установлено, что для аскорбиновой кислоты, содержащейся в клубнях картофеля, свойственна тенденция к уменьшению относительно времени хранения.

3. На основе УФ-спектроскопического исследования картофельных дистиллятов можно предложить рекомендации по добавлению пищевой соды в воду для получения пара при отваре картофеля, который используется для ингаляций. Вероятно, таким образом повысится качество процедуры за счёт потребления в её процессе биологически активных соединений.

Список литературы:

1. Sampaio, S.L., Petropoulos, S.A., Alexopoulos, A., Heleno, S.A., Santos Buelga, S., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R / S.L. Sampaio, S.A. Petropoulos, A. Alexopoulos, S.A. Heleno, S. Santos Buelga, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira // Trends in Food Science & Technology, – 2020. – Vol. 103.– P. 118-129.
2. Шилов, М.П. Картофель (*Solanum Tuberosum* L. 1753): уникальные особенности и их эффективное использование в пищевых и лечебных це-

лях / М.П. Шилов, Т.Н. Шилова, А.В. Димитриев // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2018. – № 11. – С. 137-153.

3. Yasmamaw, Y. Specific Gravity, Dry Matter Concentration, pH, and Crisp-making Potential of Ethiopian Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Growing Environment and Length of Storage Under Ambient Conditions / Y. Yasmamaw, T. Tekalign // *Potato Research*. – 2010. – № 53. – P. 95-109.
4. Раскатова, Е. А. Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля в зависимости от сроков хранения [Электронный ресурс] / Е.А. Раскатова, Е.Н. Сурикова // Электронный архив РГППУ: электронный журнал. – URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29953/1/978-5-91256-4499_2019_50.pdf (Дата обращения: 13.11.2023).
5. МаксUTOва, В.О. Методы выделения алкалоидов из растительного сырья / В.О. МаксUTOва // *Science Time*. – 2016. – № 12 (36). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-vydeleniya-alkaloidov-izrastitelnogo-syrya> (Дата обращения: 26.02.2024).

УДК 504.43:546.72:520.82:543.421

**Особенности определения концентрации общего железа
и его содержания в родниковых водах**

**А.Е. Васюков¹, В.Е. Иванова², С.А. Лебедева², И.В. Маньшина²,
Р.Р. Шошина¹**

*¹Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга
²Фирма «Экоаналитика»*

Представлены результаты химического анализа поверхностной и подземных вод из четырёх родников города Калуга на содержание общего железа в период 2022-2024 года. Определены наиболее стабильные и нестабильные родниковые воды по содержанию общего железа и показана его динамика в исследованный период.

Ключевые слова: подземные воды, поверхностные воды, общее железо, атомно-абсорбционная спектроскопия, спектрофотометрия.

Features of determining the concentration of total iron and its content in spring waters

**A.E. Vasyukov¹, V.E. Ivanova², S.A. Lebedeva², I.V. Manshina²,
R.R. Shoshina²**

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

²Firm «Ekoanalitika»

The results of a chemical analysis of surface and groundwater from four springs in the city of Kaluga for the content of total iron in the period 2022-2024 are presented. The most stable and unstable spring waters were determined by the content of total iron and its dynamics during the studied period was shown.

Key words: groundwater, surface water, total iron, atomic absorption spectroscopy, spectrophotometry.

Введение

Главными источниками соединений ионов железа (II) и железа (III) в поверхностных и подземных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Так как САНПИН 1.2.3685-21 [1] устанавливает ПДК Fe суммарно 0,3 мг/л, то для удовлетворения этого требования следует применять соответствующие аналитические методики, которые включают разрушение указанных комплексов. Наиболее подходящей в этом случае следует считать атомно-абсорбционную спектроскопическую (ААС) методику по ГОСТ Р 57162-2016 [2], которая из-за сложностей с эксплуатацией прибора и относительной его дороговизны ограничена для широкого круга потребителей. Поэтому продолжают широко применяться в аналитической практике фотометрические методы с использованием сульфосалициловой кислоты с образованием окрашенного в жёлтый цвет комплексного соединения в щелочной среде [3] и с роданид-ионом в сильнокислой среде с образованием окрашенного в красный цвет комплексного соединения [4].

Цель работы: сравнение результатов определения общего железа в природных водах методом ААС и фотометрическими методиками с использованием сульфосалициловой кислоты и роданид-ионов.

Методика эксперимента

Объектами исследования были подземные воды 4-х родников (рисунок 1) и поверхностная вода – ручей около родника «Бушманов ключ». Пробы отбирали в период с ноября 2022 года по март 2024 года.

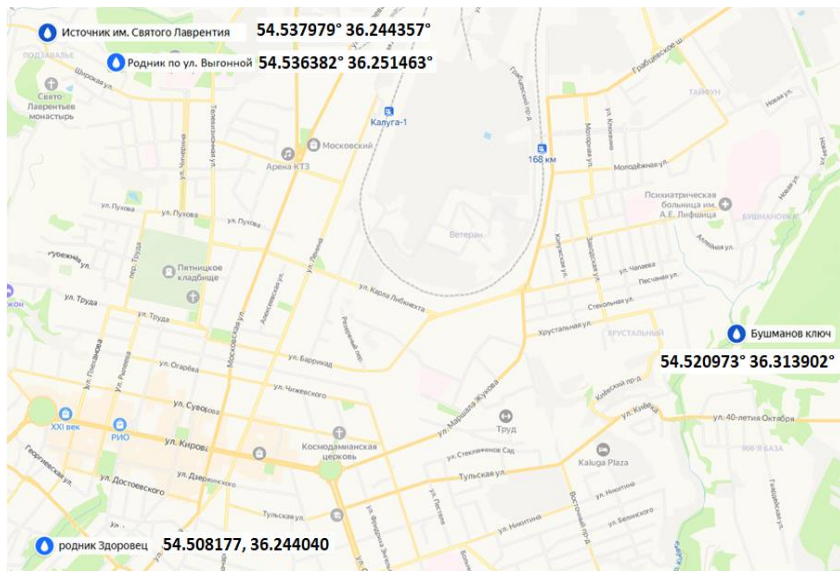


Рисунок 1 – Места отбора проб

Отбор проб поверхностной и родниковых вод для анализа производился в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020 [5]. Пробы объемом 1л консервировали азотной кислотой до $\text{pH}=2$ и хранили в пластиковых емкостях. Химический анализ на содержание общего железа проводили в соответствии с требованиями методик [2-4].

Результаты и их обсуждение.

Для оценки достоверности результатов спектрофотометрического определения железа с сульфосалициловой кислотой были выполнены определения общего железа в подземной воде родника «Здоровец» как прямые, так и с использованием метода стандартных добавок. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка достоверности результатов спектрофотометрического определения железа с сульфосалициловой кислотой в подземной воде родника «Здоровец»

Дата отбора	n	Введено, мг/л	Оптическая плотность	Найдено, мг/л	С проба, мг/л	Сред., мг/л	Sr, %
04.23	1	-	0,079	0,160	0,160	0,167	4,23
	2	-	0,076	0,159	0,159		
	3	-	0,077	0,163	0,163		
	1	0,200	0,169	0,351	0,160	0,150	6,64
	2	0,200	0,167	0,347	0,140		
	3	0,200	0,172	0,358	0,165		
09.23	1	-	0,105	0,105	0,215	0,211	3,55
	2	-	0,102	0,102	0,202		
	3	-	0,103	0,103	0,203		
	1	0,200	0,196	0,408	0,209	0,208	3,15
	2	0,200	0,193	0,401	0,201		
	3	0,200	0,199	0,414	0,214		

Их данных, представленных в таблице 1 следует, что спектрофотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой характеризуется стандартным отклонением (Sr) в среднем 5 %, причём значения Sr прямого определения и значения Sr с помощью стандартных добавок существенно не отличаются.

Для достижения цели работы были выполнены определения содержания общего железа в 11 пробах подземной воды, отобранной из родника «Здоровец», с помощью трех методик (таблица 2).

Как следует из приведённых статистически обработанных данных, содержание общего железа в исследованных пробах, полученных с помощью ААС и сульфосалициловой кислоты практически совпадают, а полученные с помощью роданид-ионов имеют относительную погрешность (D) почти -50%, т.е. наблюдается существенно занижение результатов анализа по сравнению с результатами двух ранее упомянутых методов. Одной из причин таких расхождений может быть связана с неустойчивостью роданидного комплекса железа во времени, что ограничивает использование этого метода.

Таблица 2 – Сравнение результатов определения содержания железа (мг/л) в родниковой воде (Здоровец) с помощью трёх методик

№ пп	Месяц отбора	Методика				
		ААС, мг/л	Сульф. к-та, мг/л	D, %	Роданид-ный, мг/л	D, %
1	ноя.22	0,132	0,135	-2,3	0,104	-23
2	дек.22	0,136	0,145	-6,6	0,105	-28
3	мар.23	0,140	0,141	-0,7	0,091	-35
4	апр.23	0,152	0,145	4,6	0,104	-28
5	май.23	0,177	0,180	-1,7	0,076	-58
6	июн.23	0,189	0,194	-2,6	0,134	-31
7	сен.23	0,205	0,201	2,0	0,141	-30
8	окт.23	0,220	0,216	1,8	0,139	-36
9	ноя.23	0,303	0,302	0,3	0,150	-50
10	дек.23	0,269	0,260	3,3	0,146	-44
11	мар.24	0,263	0,259	1,5	0,055	-79
Среднее, мг/л		0,20	0,20	0,04	0,11	-43
Sr, мг/л		0,06	0,06	-	0,03	-
Sr, %		30	29	-	28	-
Наибольшее, мг/л		0,303	0,302	-	0,141	-
Наименьшее, мг/л		0,132	0,135	-	0,076	-

Близость содержаний общего железа в исследованных пробах, полученных с помощью ААС и сульфосалициловой кислоты указывает на достоверность полученных результатов химического анализа исследованных проб воды.

Результаты атомно-абсорбционного определения общего железа в поверхностной и родниковых водах дали возможность оценить уровни содержания и колебания общего железа в исследованный период (таблице 3).

Из приведенных данных следует, что среднее содержание железа в поверхностной и подземных водах родников (мг/л) в исследованный период составило: «Св. Лаврентий» – $0,14 \pm 0,02$; «Бушманов ключ» - $0,23 \pm 0,14$; «Здоровец» – $0,20 \pm 0,06$; «Выгонная» - $0,12 \pm 0,03$; ручей - $0,33 \pm 0,30$. Наиболее стабильно содержание железа в подземной воде родника «Св. Лаврентий» - $Sr=17\%$.

Следует отметить, что содержание общего железа в исследованных пробах заметно возрастает во времени. Это наглядно представлено на рисунке 2. Наибольший рост отмечен для подземной воды родника «Бушмановский» и поверхностной воды ручья.

Таблица 3 – Результаты атомно-абсорбционного определения общего железа в поверхностной и родниковых водах в исследованный период

№ пп	Месяц отбора	Место отбора				
		Бушман.	Ручей	Здоровец	Св. Лавр.	Выгонная.
1	окт.22	0,12	0,10	-	0,10	-
2	ноя.22	0,12	0,10	0,13	0,10	0,05
3	дек.22	0,12	0,10	0,14	0,11	0,08
4	мар.23	0,12	0,10	0,14	0,14	0,10
5	апр.23	0,15	0,16	0,15	0,14	0,13
6	май.23	0,18	0,10	0,18	0,15	0,13
7	июн.23	0,20	0,09	0,19	0,15	0,14
8	сен.23	0,27	0,33	0,21	0,16	0,16
9	окт.23	0,31	0,68	0,22	0,16	0,17
10	ноя.23	0,37	0,71	0,30	0,16	0,14
11	дек.23	-	0,68	0,27	0,12	0,14
12	мар.24	0,55	0,85	0,26	0,13	0,13
Среднее, мг/л		0,23	0,33	0,20	0,14	0,12
Sr, мг/л		0,14	0,30	0,06	0,02	0,03
Sr, %		60	91	30	17	28
Наибол., мг/л		0,55	0,85	0,30	0,16	0,156
Наимен., мг/л		0,120	0,095	0,132	0,097	0,049

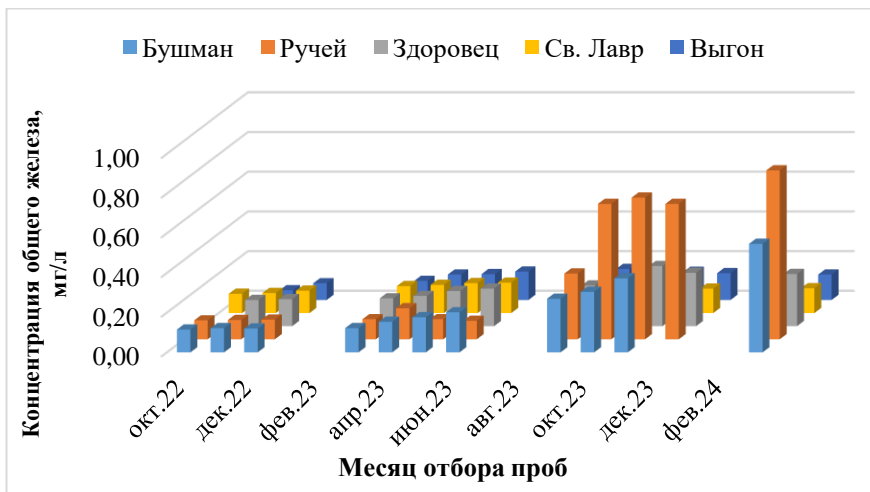


Рисунок 2 – Динамика концентраций железа в поверхностной и родниковых водах

Выводы

1. С помощью ААС методики и двух фотометрических методик исследованы содержания общего железа в подземных водах 4-х родников и в воде ручья. Среднее содержание железа (мг/л) в исследованный период составило: «Св. Лаврентий» – $0,14 \pm 0,02$; «Бушманов ключ» – $0,23 \pm 0,14$; «Здоровец» – $0,20 \pm 0,06$; «Выгонная» – $0,12 \pm 0,03$; ручей – $0,33 \pm 0,30$.

2. Правильность полученных результатов подтверждена методом стандартных добавок и двумя методами: методом ААС и методом спектрофотометрии с сульфосалициловой кислотой.

3. Исследования динамики содержания железа в родниковых водах показали, что по этому показателю за исследованный период в роднике «Св. Лаврентий» подземная вода наиболее стабильна ($Sr = 17\%$). В других родниках и ручье в период с сентября 2023 года в исследованных образцах вод содержание общего железа возросло в 2-3 раза по сравнению с годом раньше.

Список литературы:

1. САНПИН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf (Дата обращения: 13.04.2024).
2. ГОСТ Р 57162-2016. Национальный стандарт РФ. Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140389> (Дата обращения: 13.04.2024).
3. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевой, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808606.html> (Дата обращения: 13.04.2024).
4. ГОСТ 10555-75. Реактивы и особо чистые вещества. Колориметрические методы определения содержания примеси железа. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294840/4294840209.pdf> (Дата обращения: 13.04.2024).
5. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/743/74335.pdf> (Дата обращения: 13.04.2024).

УДК: 544.015.5:543.554.6:533.583.2

**Закономерности сорбции ионов цинка отходами черного чая
из модельных растворов**

А.Е. Васюков, Ю.Б. Сомик

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

По результатам трехсуточного эксперимента изучена кинетика сорбции ионов цинка образцами чёрного чая в модельных растворах. Интегральным методом вычислен первый порядок реакции сорбции, которая описывается изотермой Лэнгмюра с предельным значением адсорбции по ионам цинка 24,1 мг/г.

Ключевые слова: отходы черного чая, кинетика сорбция ионов цинка, порядок реакции, потенциометрия.

**Patterns of sorption of zinc ions by black tea waste
from model solutions**

A.E. Vasyukov, Yu.B. Somik

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

Based on the results of a three-day experiment, the kinetics of sorption of zinc ions by samples of black tea in model solutions was studied. The integral method was used to calculate the first order of the sorption reaction, which is described by the Langmuir isotherm with a limiting adsorption value for zinc ion of 24.1 mg/g.

Key words: black tea waste, zinc ion sorption kinetics, reaction order, potentiometry.

Введение

Согласно литературным данным [1, 2] биосорбенты, в том числе чай зелёные листья, семена, отходы производства в той или иной степени пригодны для сорбции тяжёлых и радиоактивных металлов из промышленных многокомпонентных растворов. Чайные отходы были использованы для удивления свинца и меди из водных растворов, при этом показано, что наибольшее поглощение металлов 48 и 65 мг/г наблюдается для ионов меди и свинца соответственно. Длительная пробоподготовка, включающая сушку листьев чая в течение 12 ч. осложняет широкое использование полученных результатов в практику.

Цель работы: определить кинетические и сорбционные характеристики процесса сорбции ионов цинка образцами чёрного чая с использованием потенциометрического метода.

Методика эксперимента

В исследованиях использовались пакетики (2 г) одноразового чёрного чая принцесса Канди.

Содержание влаги в образцах чая определяли на приборе анализатор влажности HR83, средняя массовая доля влаги ($n=3$) составила $(6,3 \pm 2,1) \%$.

Растворимые и окрашенные компоненты чая удаляли из чая путём промывки дистиллированной водой при $t = 90-95$ оС 7 раз до получения визуально обесцвеченной воды. Модельные растворы ионов цинка с концентрацией $5 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-3}$ моль/л готовили из стандартного раствора нитрата цинка на дистиллированной воде.

Концентрацию ионов цинка в исследуемом растворе ($V=200$ мл) с пакетиком чая массой 2 г измеряли в течение трёх суток.

Контроль содержания ионов свинца в исследуемых растворах проводили прямой потенциометрией с использованием ионоселективного электрода типа ХС-Zn-001 и хлорсеребряного электрода сравнения ЭВЛ-1МЗ.

Результаты и их обсуждение

Кинетические кривые сорбции ионов цинка исследованными образцами чая представлены на рисунке 1.

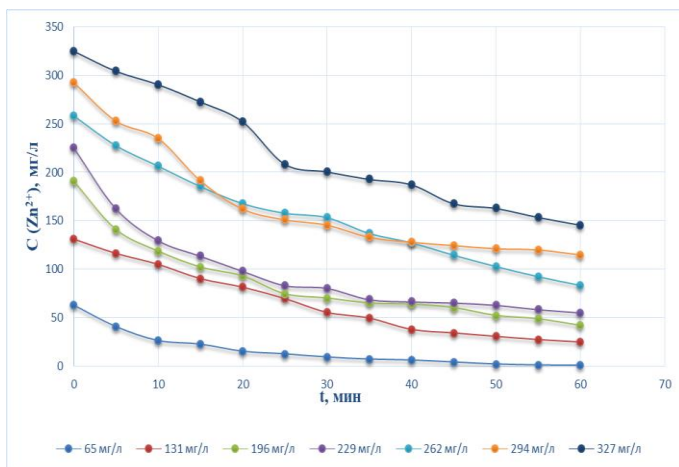


Рисунок 1 – Динамика ионов цинка в модельных растворах ($V=0,2$ л) с различными начальными концентрациями в первый час в присутствии 2 г чая

При начальной концентрации ионов цинка 65 мг/л в исследуемом растворе в течение 30 минут практически полностью поглощает ионы цинка из раствора. При больших концентрациях убыль ионов цинка протекает почти по линейной зависимости и относительное равновесие между абсорбированной медью и её равновесной концентрацией в растворе можно наблюдать после трёх суток эксперимента. Полученные данные об этих равновесных концентрациях ионов цинка и расчётные данные о значении сорбции соломой меди дали возможность построить изотерму Лэнгмюра, которая для исследованного образца чая представлена на рисунке 2.

Полученное уравнение регрессии позволило рассчитать предельное значение адсорбции чая ионов цинка, которое составило 24,1 мг/г. Достаточно высокие сорбционные свойства исследованной чая указывают на перспективность его использования для очистки водных сред.

Определённый физико-химический интерес имеет порядок реакции, в данном случае, сорбции. Он может быть определён аналитическим методом.

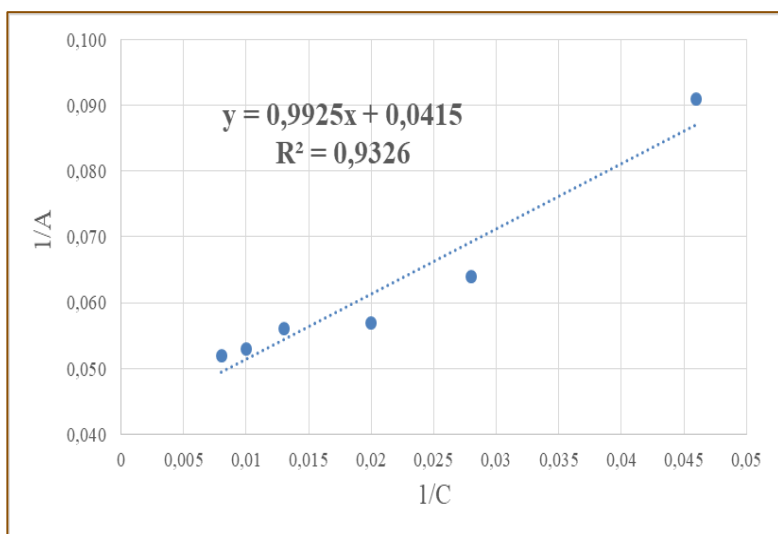


Рисунок 2 – Изотерма Лэнгмюра для чая в качестве сорбента ионов цинка

Расчёт по аналитическому методу порядка реакции проводили по формулам, которые содержат в качестве переменной степень превращения (α) (таблица 1).

Таблица 1 – Формулы для расчёта порядка реакции по степени превращения вещества

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	$k_2 = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C_0(1 - \alpha)} - \frac{1}{C_0} \right)$

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что наиболее постоянное значение имеет константа сорбции в случае, когда она описывается по реакции первого порядка.

Таблица 2 – Результаты определения порядка реакции сорбции ионов цинка чаем интегральным методом

Время, мин	C(Zn ²⁺) = 131 мг/л		
	2 порядок	1 порядок	0 порядок
5	0,00170	0,024	23,3
10	0,00095	0,022	10,5
15	0,00074	0,025	6,03
20	0,00061	0,024	4,08
25	0,00057	0,025	2,79
30	0,00060	0,029	1,85
Сред. знач.	0,00086	0,025	8,10
St	0,00044	0,0022	8,06
St, %	51	8,8	99

Выводы

1. Методом прямой потенциометрии изучена сорбция ионов цинка из водных растворов с начальными концентрациями металла от 65 мг/г до 327 мг/г подготовленными образцами черного чая. Предельная адсорбция ионов цинка образцами чёрного чая составила 24,1 мг/г.

2. Интегральным методом установлено, что сорбция ионов цинка образцами чёрного чая относится к реакции 1 порядка.

3. Полученные результаты могут служить основой для разработки способа очистки цинксодержащих водных растворов.

Список литературы:

1. Amarasinghe, B.M. Tea waste as a low-cost adsorbent for the removal of Cu and Pb from wastewater / B.M. Amarasinghe // Chemical Engineering Journal. – 2007. – № 132. – P. 299-309. – URL: https://www.researchgate.net/publication/222005929_Tea_Waste_as_a_Low_Cost_Adsorbent_for_The_Removal_of_Cu_and_Pb_from_Wastewater (Дата обращения: 13.04.2024).
2. Самодолова, О.А. Использование растительных отходов в очистке сточных вод, загрязненных тяжёлыми металлами / О.А. Самодолова, А.П. Самодолов, Д.В. Ульрих, Т.М. Лонзингер // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18. № 5. – С. 747-758. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-rastitelnyh-othodov-vochistke-stochnyh-vod-zagryaznennyh-tyazhelymi-metallami> (Дата обращения: 13.04.2024).

УДК 372.854

Цифровой микроскоп как средство познания при изучении дисциплины «Строение вещества»

^{1,2}С.А. Волкова, ²Н.В. Ефанов

¹Государственный университет просвещения, Москва

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

В данной статье рассматривается применение цифрового микроскопа в процессе изучения дисциплины «Строение вещества» для студентов-химиков. Работа с цифровым микроскопом способствует развитию навыков наблюдения, анализа и интерпретации данных, что важно для успешного освоения дисциплины и будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: цифровой микроскоп, формирование компетенций, строение вещества

Digital microscope as a means of cognition in the study of the discipline

«Structure of matter»

^{1,2}S.A. Volkova, ²N.V. Efanov

¹State University of Education, Moscow

²Kaluga state University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga

This article discusses the use of a digital microscope in the process of studying the discipline “Structure of Matter” for chemistry students. Working with a digital microscope helps to develop the skills of observation, analysis and interpretation of data, which is important for the successful development of the discipline and future professional activity.

Key words: digital microscope, competence formation, structure of matter.

Последние 15-20 лет ознаменовались серьёзными изменениями в современном мире. Эти изменения во многом связаны с фундаментальными и прикладными исследованиями структур с качественно новыми свойствами, возникающими благодаря изменению размеров структурных элементов до нанометрового масштаба, с технологиями их получения, последующей работе с ними. Сегодня в веке всеобщей информатизации и научных свершений, необходимость «видеть» объекты невидимого нано- и микромира становится краеугольным камнем совершенно новых направлений в науке, открывающих бескрайние горизонты [2]. В настоящее время развитие различных «интеллектуальных» методов визуализации с помощью электронной и сканирующей зондовой микроскопии вызвало гигантский всплеск интереса к микро- и наномиру. Опосредованное познание и изучение нано- и микромира ведут учёные разных стран, вооружённые суперсовременными микроскопами, расширяющими область чувственного познания и позволяющими наблюдать объекты, недоступные для восприятия без приборов, а также получать фотографии этих объектов, которые создала сама природа [3].

Институт органической химии (ИОХ РАН) в настоящее время является единственным институтом в нашей стране, в котором активно развивается электронная микроскопия в приложении к органическим молекулам (акад. РАН М.П. Егоров и акад. РАН В.П. Анаников) [7].

Цифровые технологии активно проникают в область образования, определяя его цифровую трансформацию, предоставляя уникальные возможности для обучения и исследований. Под цифровой трансформацией образования понимают результат процесса возникновения существенных

изменений, произошедших в сфере образования, при активном и систематическом использовании цифровых технологий в образовательных целях [4].

В контексте изучения дисциплины «Строение вещества» цифровой микроскоп выступает важным инструментом, способствующим формированию компетенций студентов. В данной статье рассмотрим роль цифрового микроскопа в углублении понимания строения материи и развитии профессиональных компетенций студентов.

Целью дисциплины «Строение вещества» является: сформировать представления о современных концепциях строения химических соединений и возможности их использования для понимания и прогнозирования физических свойств веществ и их реакционной способности в различных условиях.

Задачи дисциплины:

- изучить вопросы теории химической связи и электронного строения молекул;
- овладеть системой знаний о строении конденсированных фаз, а также взаимосвязи реакционной способности и строения молекул.

Содержание дисциплины включает такие разделы, как «Модели химической связи» и «Агрегатные состояния веществ», имеющие большую степень общности и абстрактности. На занятиях необходимо рассмотреть строение твёрдых тел и особенности кристаллического и аморфного состояний веществ. В качестве методов исследования твёрдых тел мы применяем микроскопические методы исследования. В рабочей программе дисциплины «Строение вещества» для студентов 1 курса Института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского в разделе «Агрегатные состояния веществ» записано: «Методы исследования твёрдых веществ. Микроскопические методы исследования».

Микроскопия является экспериментальным методом учебного и научного познания. Проблема исследования состоит в отборе содержания обучения с цифровым микроскопом, выделении дидактических единиц знаний и способов действий, подлежащих усвоению, разработке лабораторных и демонстрационных экспериментов, определении критериев рациональности и показателей качества процесса и результатов, то есть современной цифровой технологии и методики обучения химии.

Цифровой микроскоп позволяет студентам получать высококачественные изображения микроструктур вещества с высоким разрешением.

Благодаря этому инструменту студенты могут наблюдать и изучать мельчайшие детали строения материи, что является ключевым для понимания её свойств и характеристик [5, 6]. Мы впервые применили цифровой микроскоп как одно из новых средств открытия обучающимися новых знаний и развития исследовательских умений студентов. Мы используем портативный USB микроскоп, предназначенный для исследования микросхем, тканей, насекомых [1]. У некоторых школьников и студентов есть такие цифровые микроскопы. Прибор увеличивает изображение до 1600 раз и передаёт его с помощью видеокамеры на компьютер, интерактивную доску или мобильное устройство. Для удобства пользователя предусмотрена регулируемая светодиодная подсветка. Управление фокусом осуществляется с помощью регулятора на корпусе. Есть возможность снимать фото и видео.

Цифровой микроскоп можно подключить к компьютеру и телефону. Для этого надо воспользоваться инструкцией, в которой указаны алгоритмы работы при подключении микроскопа через USB-порт камеры к компьютеру или к телефону (android). Сравнивая цифровую модель микроскопа с бинокулярной, мы видим преимущества цифрового микроскопа, который даёт возможность рассматривать не только форму кристаллов, но и их цвет. В недалеком будущем не только в науке, но и в учебных учреждениях появится возможность исследовать под электронным микроскопом супрамолекулярные ансамбли, макромолекулы, вирусы, а студентам университета делать проекты и проводить серьёзные научные исследования.

Использование цифрового микроскопа в процессе обучения по дисциплине «Строение вещества» способствует формированию компетенций студентов в следующих областях.

1. Студенты развивают умение анализировать и интерпретировать изображения микроструктур, выявлять взаимосвязи между структурой и свойствами вещества.

2. Проведение самостоятельных исследований с использованием цифрового микроскопа позволяет студентам развивать навыки постановки и проверки гипотез, анализа данных и выводов.

3. Студенты учатся критически оценивать полученную информацию, выявлять её достоверность и применимость в контексте конкретных задач и проблем.

Примеры использования.

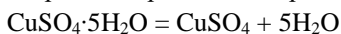
– Проведение лабораторных работ, включающих изучение структуры различных материалов под микроскопом.

– Подготовка презентаций и исследовательских проектов на основе полученных данных.

– Проведение семинаров и дискуссий, в ходе которых студенты обсуждают и анализируют микроструктуру вещества.

В начале лабораторного занятия мы даём задание студентам исследовать строение кристалликов поваренной соли, крупинок речного песка и сахарного песка. Ложечкой насыпают несколько кристалликов исследуемых объектов на предметное стекло. Затем помещают предметное стекло с кристаллами под камеру микроскопа. С помощью видеокамеры изображение передаётся на интерактивную доску. Рассматривая жёлтые кристаллы хромата калия и оранжевые кристаллы дихромата калия, студенты убедились в том, что независимо от природы образующих кристалл частиц, его внутренняя структура упорядочена. Студенты наблюдали внешнюю форму и цвет различных кристаллов. Для сравнения кристаллического и аморфного состояния веществ даём задание получить гель кремниевой кислоты и рассмотреть его под микроскопом.

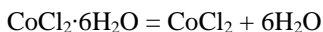
Большой познавательный интерес вызвало у студентов рассмотрение строения и некоторых свойств кристаллогидратов. На предметное стекло рядом для сравнения кладём несколько кристалликов изумрудно-зелёного семиводного сульфата никеля и салатного цвета хлорида никеля. Изображение формы и цвета кристаллов проецируется на интерактивную доску. На предметное стекло кладём несколько кристалликов медного купороса и помещаем его под камеру цифрового микроскопа. Наблюдаем красивые кристаллы медного купороса голубого цвета. Затем берём тигельными щипцами предметное стекло с кристаллогидратом и слегка нагреваем его в пламени горелки. Признаком химической реакции является изменение цвета. Почему кристаллы стали белого цвета? Рассмотрим их форму под микроскопом. Сравним кристаллогидрат с безводной солью.



медный купорос сульфат меди (II)

Следующий эксперимент проводим с кристаллогидратом шестиводным хлоридом кобальта. На предметное стекло кладём несколько кристалликов кристаллогидрата шестиводного хлорида кобальта и помещаем его под камеру цифрового микроскопа. Наблюдаем красивые розовые кристаллы. Затем берём тигельными щипцами предметное стекло с кристаллогидратом и слегка нагреваем его в пламени горелки. Признаком химической реакции является изменение цвета. Почему кристаллы стали синего цвета?

Рассмотрим их форму под микроскопом. Сравним кристаллогидрат с безводной солью.



кристаллогидрат безводная соль

розовый синий

Возможности цифрового микроскопа не ограничиваются применением его только для наблюдения кристаллов. На предметном стекле можно проводить химические реакции, отражающие как получение веществ, так и их химические свойства.

Цифровой микроскоп играет значительную роль в формировании компетенций студентов в процессе изучения дисциплины «Строение вещества». Его использование способствует развитию аналитических, исследовательских и критических навыков, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области науки и технологий. Дальнейшее исследование в этой области может расширить понимание эффективности цифровых технологий в образовании и их влияния на развитие компетенций студентов.

Список литературы:

1. Волкова, С.А. Цифровые образовательные ресурсы как средства мультимедийной поддержки процесса обучения химии в средней школе / С.А. Волкова // Ученые записки ИУО РАО. – Москва: Институт управления образованием Российской академии образования, 2017. – №1 (61). – С. 28–31.
2. Герус, С.А. Теория и практика рационализации процесса обучения химии в средней школе / С.А. Герус. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2003. – 160 с.
3. Инструментальная дидактика: перспективные средства, среды и технологии обучения / ФГНУ Институт содержания и методов обучения РАО / под ред. Т.С. Назаровой. – Москва; Санкт-Петербург: Нестор-История, 2012. – 436 с.
4. Роберт, И.В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенствования. / И.В. Роберт // Информатизация образования и науки. – 2020. – № 3 (47). – С. 3-16.
5. Хохлова, Д.А., Шарыпова, Н.В. Особенности использования цифрового микроскопа при изучении биологии. [Электронный ресурс] / Д.А. Хохлова, Н.В. Шарыпова // Материалы IV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL:

<https://scienceforum.ru/2012/article/2012002021> (Дата обращения: 12.04.2024).

6. Шарыпова, Н.В., Павлова, Н.В. Формирование профессиональных компетенций у будущих учителей биологии и химии посредством использования цифрового микроскопа и цифровых датчиков [Электронный ресурс] / Н.В. Шарыпова, Н.В. Павлова // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. – URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2019/4/29134> (Дата обращения: 12.04.2024).
7. Применение электронной микроскопии в органической химии <https://zioc.ru/science/elektronnaya-mikroskopiya/primenenie-v-organichesk-oi-ximii?ysclid=lvmet7xsg1726190284> (Дата обращения: 12.04.2024).

УДК 579.66

**Сорбционные свойства биосорбентов
на основе активированных сухих дрожжей,
иммобилизованных на альгинатах в отношении ионов Zn и Cu**

Р.А. Гаранин, А.П. Воронова, Е.Д. Рузанова, Л.О. Федосов

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

В материалах статьи освещаются вопросы поиска способов активации дрожжей в купе с оптимальным носителем на основе альгинатов Ca, Ca+Mg и Al. Изучались различные рецептурные составы и их кинетика. Выявлены несколько наиболее результативных рецептур в отношении сорбции Zn и Cu. Сокращено время экспозиции процесса с 2 часов до 15-20 минут.

Ключевые слова: сорбция, дрожжи, альгинаты, тяжелые металлы.

**Sorption properties of biosorbents based on activated dry yeast,
immobilized on alginates with respect to Zn and Cu ions.**

R.A. Garanin, A.P. Voronova, E.D. Ruzanova, L.O. Fedosov

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

The article is devoted to the methods of yeast activation on an optimal carrier based on calcium, magnesium and aluminum alginates. This paper provides an analysis of the sorption capacity of alginate carriers and the kinetics of

obtaining various formulations. Experimentally, several of the most effective formulations for Zn and Cu sorption were selected, which made it possible to speed up the technological process. Its duration is reduced from 2 hours to 15-30 minutes.

Key words: sorption, yeast, alginates, heavy metals.

К числу основных факторов деградации природной среды относится её загрязнение различными поллютантами, среди которых одно из главных мест занимают тяжёлые металлы [1]. Они оказывают отрицательное влияние на все биологические процессы, зачастую приводя к необратимым последствиям [2].

Интенсивное внесение в окружающую среду ионов тяжёлых металлов представляет серьёзную опасность для человека и окружающей среды вследствие их биологической активности, канцерогенных и мутагенных свойств. Ионы цинка и меди часто можно обнаружить в сточных водах, которые образуются на различных предприятиях: горнодобывающие, металлургические, нефтеперерабатывающей и лакокрасочной промышленности и т.д. [3-6].

В настоящее время удаление ионов тяжёлых металлов из промышленных сточных вод осуществляется рядом физико-химических методов: осаждение, выпаривание, ионный обмен, электрохимические методы. Однако классические методы имеют ряд недостатков, один из которых – дороговизна первичного сырья, отсутствие возможности использовать который повторно в процессе очистки. Одной из новейших разработок является технология, используемая на основе сорбентов. Актуальной на данный момент является разработка сорбентов на основе отходов различных промышленности. Изготовление новых сорбционных веществ позволит минимизировать нагрузку на окружающую среду и экономить природные ресурсы, т.к. отходы – вторичное сырьё. [7]. К вторичному сырью можно отнести ряд микроорганизмов (в том числе дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*), которые можно использовать в качестве основы биосорбентов для извлечения ионов тяжёлых металлов из растворов. В последнее время к ним нарастает интерес в качестве основы для изготовления биосорбентов вследствие высокого отношения площади поверхности клеток к их объёму, а также достаточной доступности, быстрой кинетики адсорбции и низкой их стоимости [8].

Выбор биосорбентов и носителей продиктован присутствием большого числа функциональных групп у дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), обладающих хелатирующими свойствами [9], при этом важной и полезной

является их большая сосредоточенность в малом объеме, что способствует увеличению площади контакта сорбента с сорбируемым веществом.

Альгинатный носитель позволяют достичь высокой степени сохранности дрожжевых клеток, свести к минимуму количество поврежденных и полностью разрушенных клеток [10].

Цель исследования: изучение особенностей сорбционных свойств биосорбентов на основе активированных сухих дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованных на альгинатах в отношении ионов цинка и меди.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Определить сорбционную способность (E,%) альгинатных носителей в отношении ионов Cu и Zn.
2. Исследовать кинетику сорбции ионов меди и цинка активированными иммобилизованными на альгинатах дрожжами.
3. Определить показатель эффективности сорбции (E,%) для активированных сухих дрожжей иммобилизованных на альгинатах в отношении ионов меди и цинка.
4. Определить величину адсорбции A (мг/г) для иммобилизованных активированных дрожжей в отношении ионов меди и цинка.

В исследованиях нами использовались следующие материалы и химические реактивы: альгинат натрия, хлорид кальция, хлорид магния, хлорид алюминия модельная среда (раствор $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$), 3% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 5%, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 30%, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 70%, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,1%, NaOH – 0,05 %, NaOH – 0,1 %, NaOH – 0,5%, HCl 0,01%, HCl 0,05%, H_2O дистиллированная. Для количественной оценки применялись: потенциометрический метод и математическая обработка результатов измерения. Начальная концентрация модельных растворов $c(\text{Me}^{2+})=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Значение эффективности сорбции биосорбентов на основе дрожжей рассчитывали по формуле: $E = \frac{C_n - C_k}{C_n \times 100}$, где E (%) – значение эффективности; C_k (мг/л) – конечная концентрация металла в среде по окончании эксперимента; C_n (мг/л) – начальная концентрация металла в растворе до эксперимента.

Величина адсорбции рассчитана по формуле: $A = \frac{(C_n - C_k) \times V}{m}$, где A (мг/г) – величина адсорбции; C_k (мг/л) – конечная концентрация металла в среде по окончании эксперимента; C_n (мг/л) – начальная концентрация металла в растворе до эксперимента; V (л) – объем модельного раствора; m (г) – масса сорбента (рисунок 1).

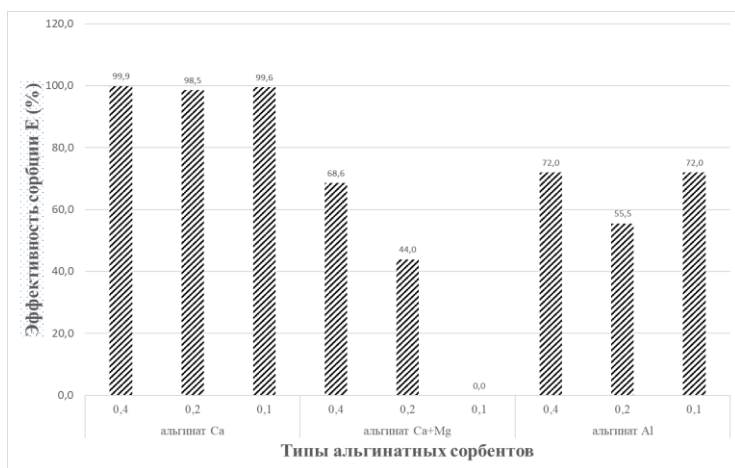


Рисунок 1 – Сравнение эффективности сорбции E (%) различных видов альгинатных носителей относительно ионов меди

Для решения первой задачи мы изучили кинетику сорбции альгинатов и пришли к выводу, что оптимальное время экспозиции составляет 15 минут (рисунок 2).

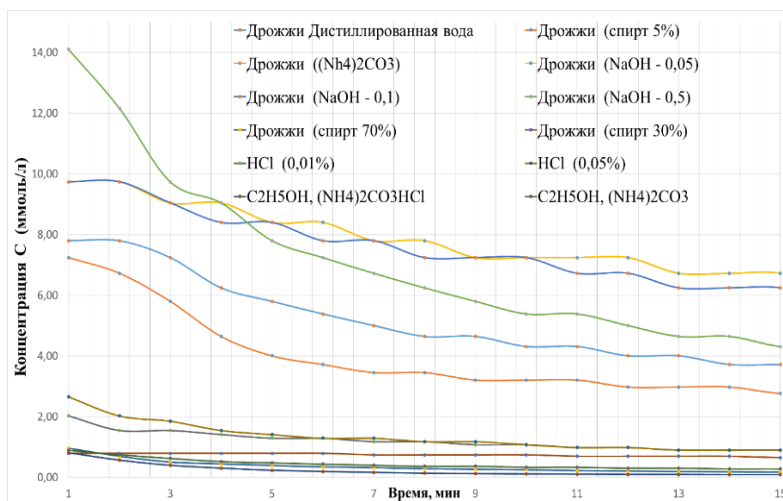


Рисунок 2 – Сравнение кинетики сорбции различных видов активации пивоваренных дрожжей относительно ионов цинка

В результате эксперимента выявлены наиболее эффективные альгинатные носители. Сравнивали альгинат Ca, альгинат Ca+Mg, альгинат Al разных рецептурах (навеска альгината 0,4 г; 0,2 г; 0,1 г). Значения эффективности сорбции представлены на рисунке 2.

Решая вторую задачу, мы провели активацию пивоваренных сухих дрожжей с последующей иммобилизацией на альгинатах (рисунок 2).

Пивоваренные дрожжи с активацией 5% спиртом; NaOH (0,1%); NaOH (0,5%) показали себя результативнее. Выбор дрожжей с активацией (спирт 5% и NaOH 0,1%) обусловлен лучшей кинетикой сорбции.

Время экспозиции 15 минут, после данного промежутка времени сорбция выходит на плато, изменения незначительны.

В исследовании биосорбентов, активированными выбранными методами и модифицированными растворами CaCl₂, CaCl₂+MgCl₂, AlCl₃ с получением альгинатных сфер, были рассчитаны величины адсорбции А (мг/г) и эффективность сорбции Е (%) относительно ионов цинка в растворе с начальной концентрацией цинка 1×10⁻³ моль/л (рисунок 3, 4).

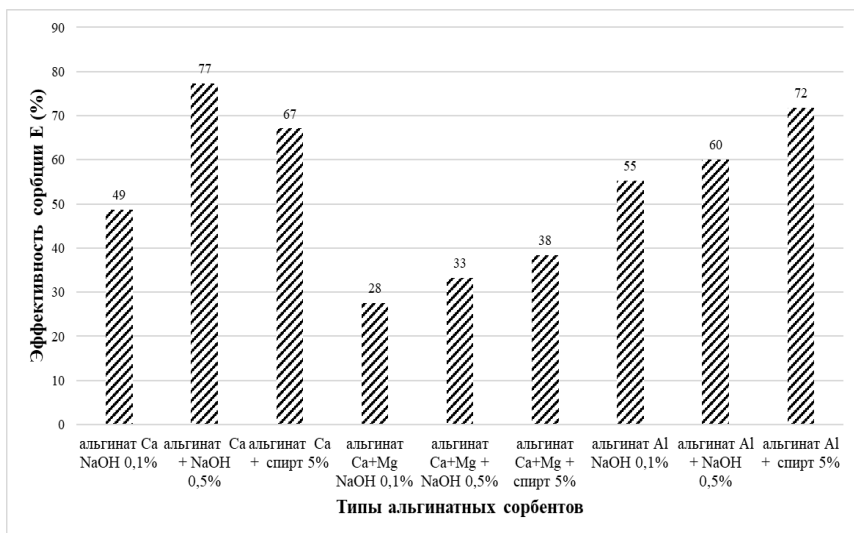


Рисунок 3 – Сравнение эффективности сорбции E (%) различных видов активированных биосорбентов относительно ионов цинка

При этом наибольшие значения эффективности сорбции среди альгинатных носителей показали в отношении ионов цинка: сферы в альгинате

кальция, активированные NaOH 0,5% и сферы в альгинате алюминия, активированные спиртом 5%. Показатель величины адсорбции так же имеет наибольшее значение при модификации альгинатом кальция с активацией NaOH 0,5% и альгинатом алюминия с активацией спиртом 5%, а также смеси альгинатов кальция и магния при активации NaOH 0,5% (рисунок 4).

При этом наибольшие значения эффективности сорбции среди альгинатных носителей выявлены в отношении ионов цинка: сферы в альгинате кальция, активированные NaOH 0,5% и сферы в альгинате алюминия, активированные спиртом 5%. Показатель величины адсорбции также имеет наибольшее значение при модификации альгинатом кальция с активацией NaOH 0,5% и альгинатом алюминия с активацией спиртом 5%, а также смеси альгинатов кальция и магния при активации NaOH 0,5%.

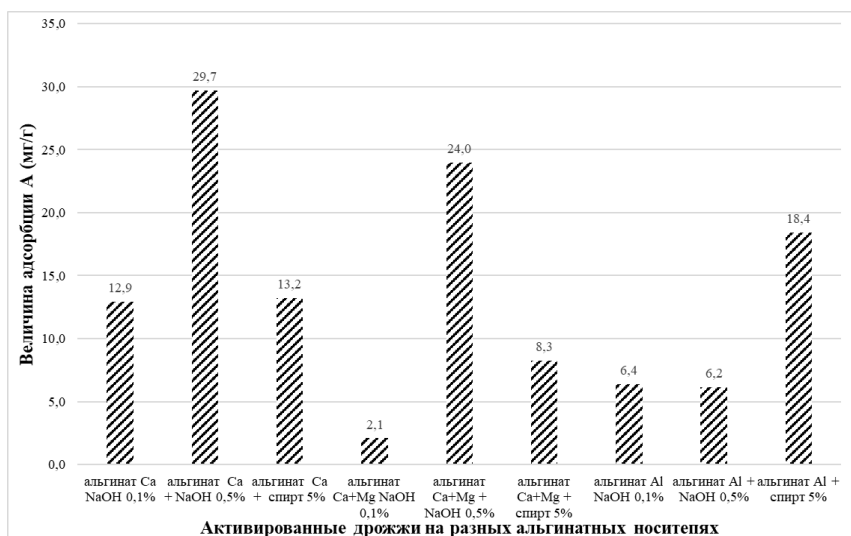


Рисунок 4 – Сравнение величины адсорбции А (мг/г) на разных альгинатных носителях относительно ионов цинка

На следующем этапе нами было проведено исследование сорбции меди активированными дрожжами, иммобилизованными на альгинатных носителях (рисунок 5).

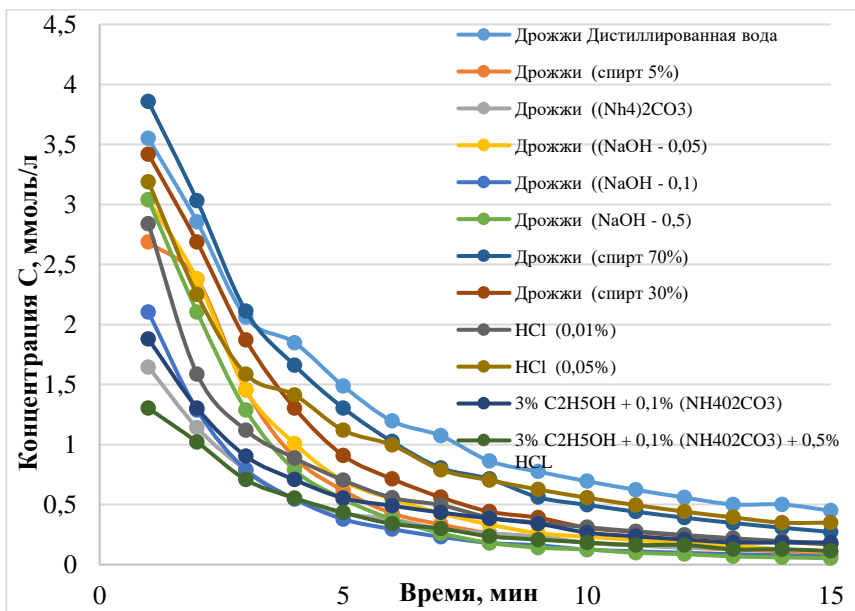


Рисунок 5 – Сравнение кинетики сорбции различных видов активации пивоваренных дрожжей относительно ионов меди

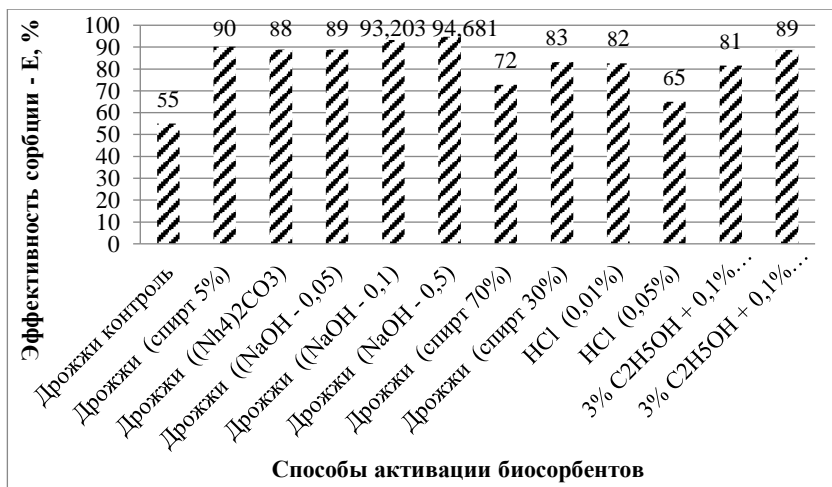


Рисунок 6 – Сравнение эффективности сорбции E (%) различных видов активированных биосорбентов относительно ионов меди

В дальнейших опытах исследовались биосорбенты на основе дрожжей, активированные NaOH - 0,1 %, NaOH - 0,5%, 3% C₂H₅OH + 0,1% (NH₄)₂CO₃ + 0,5% HCL (0,1% (NH₄)₂CO₃) на альгинатных носителях: кальция (А. Са), кальция-магния (А.Са+Mg), альгинат алюминия (А.АI), комбинированные) в статических условиях при экспозиции в 15 минут в модельной среде CuSO₄·5H₂O с концентрацией раствора 0,001 моль/л. Для сравнения сорбционной способности взяли биосорбенты на основе сухих дрожжей, замоченные в H₂O дист. на 24 часа на альгинатном носителе (А. Са). С результатами опытов, можно ознакомиться на рисунке 6.

В результате опытов наилучшую эффективность сорбции, в сравнении с дрожжами, помещёнными в H₂O дист. на 24 часа на альгинатном носителе (А. Са), показали дрожжи на следующих альгинатных носителях: NaOH 0,5 % А.Са+Mg, NaOH 0,1 % А.Са, NaOH 0,5 % А. Са. Наихудшую эффективность сорбции показали дрожжи на альгинат-алюминиевом носителе: NaOH 0,1 % А.АI, NaOH 0,5 % А.АI, 0,1% (NH₄)₂CO₃ А.АI (рисунок 7).

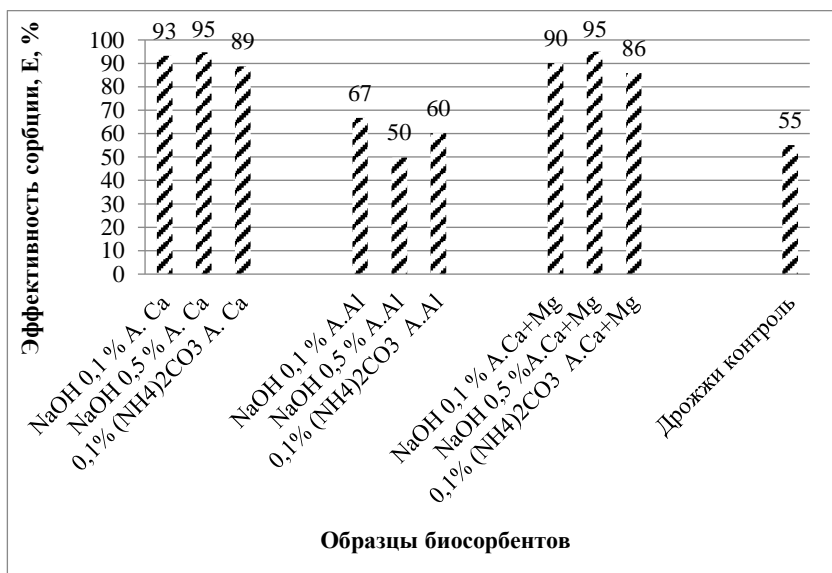


Рисунок 7 – Сравнение эффективности сорбции E (%) различных видов, активированных биосорбентов относительно ионов меди

Выводы

1. Альгинатные носители, так же, как и дрожжи, проявляют сорбционную способность в отношении ионов тяжёлых металлов, что является благоприятным фактором.

2. Исследования кинетики сорбции иммобилизованных активированных сухих дрожжей показали, что 15-20 минутной экспозиции достаточно для достижения равновесия.

3. Показатель эффективности сорбции ионов меди и цинка имеет довольно высокие значения, вместе с тем вариации в широком диапазоне, в зависимости от типа активации.

4. Величина адсорбции для всех образцов сорбентов имеет довольно высокие значения, с учётом исходных $C(\text{Me}^{2+}) = 0,001$ моль/л.

Заключение: Судя по полученным результатам требуется изучение показателей кинетики, эффективности сорбции (E) и величину адсорбции для различных металлов при широком диапазоне концентраций.

Список литературы:

1. Дускаев, Г.К. Влияние тяжёлых металлов на организм животных и окружающую среду обитания [Электронный ресурс] / Г.К. Дускаев, С.А. Мирошникова, Е.А. Сизова // Киберленика: интернет-портал. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22251782_97324502.pdf (дата обращения: 30.03.2024).
2. Узиков, З.З. Тяжелые металлы и их влияние на растения [Электронный ресурс] / З.З. Узиков // Символ науки. – 2018. – № 1-2. – С. 52-53. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-i-ih-vliyanie-na-rasteniya> (Дата обращения: 30.03.2024).
3. Новиков, Н.И., Салихов, В.А. Основные направления и перспективы развития минерально-сырьевой базы цветных и редких металлов в мире и России / Н.И. Новиков, В.А. Салихов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2015. – № 2 (30). – С. 138-150. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyie-napravleniya-i-perspektivy-razvitiya-mineralno-syrievoy-bazy-tsvetnyh-i-redkih-metallov-v-mire-i-rossii> (Дата обращения: 30.03.2024).
4. Артемов, А.В., Пинкин, А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений [Электронный ресурс] / А.В. Артемов, А.В. Пинкин // Вода: химия и экология. – 2008. – № 1. – С. 19-25. – URL: <https://studylib.ru/doc/2116169/sorbcionnye-tehnologii-ochistki-vody-ot-neftyanyh-zagryaznenij> (Дата обращения: 30.03.2024).

5. Коряков, А.Е., Шишкина, А.А., Шишкина, П.А. Воздействие предприятий металлургической промышленности на почву и пути его снижения [Электронный ресурс] / А.Е. Коряков, А.А. Шишкина, П.А. Шишкина // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. – 2019 – № 9. – С. 371-375. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-predpriyatiy-metallurgicheskoy-promyshlennosti-na-rochvu-i-puti-ego-snizheniya> (Дата обращения: 30.03.2024).
6. Alimbaev, T., Mazhitova, Zh., Beksultanova, Ch., Tentigul-Kyzy, N. Activities of mining and metallurgical industry enterprises of the Republic of Kazakhstan: environmental problems and possible solutions / Т. Alimbaev, Zh. Mazhitova, Ch. Beksultanova, N. Tentigul-Kyzy // E3S Web of Conferences. Interagromash. – 2020. – V. 175 (14019). – P. 1-9. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/35/e3sconf_interagromash2020_14019/e3sconf_interagromash2020_14019.html (Дата обращения: 30.03.2024).
7. Аронбаев, С.Д. Изучение сорбции ионов металлов биосорбентом на основе клеточных стенок дрожжей, иммобилизованных в Са-альгинатный гель в статистическом и динамическом режимах [Электронный ресурс] / С.Д. Аронбаев. // Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн. – 2016. – № 6 (24). – С. 24-36. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sorbtsii-ionov-tyazhelyh-metallov-biosorbentom-na-osnove-kletochnyh-stenok-drozhzhey-immobilizovannyh-v-sa-alginatnyu-gel-v> (Дата обращения: 30.03.2024).
8. Чиркова, В.С., Собгайда, Н.А., Рзазаде, Ф.А. Сорбенты на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки сточных вод [Электронный ресурс] / В.С. Чиркова, Н.А. Собгайда, Ф.А. Рзазаде // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 29. – С. 263-266. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbenty-na-osnove-othodov-agropromyshlennogo-kompleksa-dlya-ochistki-stochnyh-vod> (Дата обращения: 30.03.2024).
9. Garanin, R., Lykov, I. 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: 30.03.2024).
10. Каграманов, Г.Г., Фарносова, Е.Н., Маунг, Л. Эффективность нано-фльтрации в задачах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов

/ Г.Г. Каграманов, Е.Н. Фарнасова, Л. Маунг // Сборник докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня образования факультета водоснабжения и водоотведения. МИСИ – МГСУ. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ. – 2019. – С. 49-53. – URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (Дата обращения: 30.03.2024).

УДК 635.755

**Определение биологически активных веществ
в тмине обыкновенном (*Carum carvi*)**

Е.А. Ларионов, В.М. Ларионова, А.Р. Рудова

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

В работе представлены результаты качественного и количественного определения биологически активных веществ в тмине обыкновенном – спазмолитическом средстве растительного происхождения. Качественные реакции показали, что все исследованные образцы содержат флавоноиды. Определено суммарное количество флавоноидов в пересчёте на рутин в объектах и количество восстанавливающих соединений в пересчёте на кверцетин в экстрактах объектов исследования.

Ключевые слова: флавоноиды, тмин обыкновенный, биологически активные вещества, перманганатометрия, спектрофотометрия, антиокислительная активность.

**Determination of biologically active substances
in caraway seeds (*Carum carvi*)**

E.A. Larionov, V.M. Larionova, A.R. Rudova

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

The paper presents the results of qualitative and quantitative determination of biologically active substances in cumin, an antispasmodic agent of plant origin. Qualitative reactions showed that all the studied samples contain flavonoids. The total amount of flavonoids in terms of rutin in the objects and the number of reducing compounds in terms of quercetin in the extracts of the objects of study were determined.

Key words: flavonoids, cumin, biologically active substances, permanganometry, spectrophotometry, antioxidant activity.

Введение

Тмин обыкновенный (*Carum carvi*) используется человеком во многих областях своей деятельности. Это хороший медонос и кормовое растение для домашних животных. Но, прежде всего, тмин используется в производстве пищевых продуктов и в медицине. Например, известно использование плодов тмина в хлебопекарной промышленности, изготовлении некоторых спиртных напитков, а также разнообразных приправ.

Не менее важно использование плодов тмина в медицине. Так лекарственное растительное сырье (ЛРС) «Тмина обыкновенного плоды» включено в Государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания и в фармакопеи многих других стран. Плоды тмина содержат большое количество биологически активных веществ [1].

Большинство активных компонентов (биологически активных веществ), входящих в состав спазмолитических средств, оказывают положительное воздействие на человеческий организм, а именно уменьшают суставно-мышечные боли, судороги, головную боль. В то же время при их избыточном количестве они могут быть опасны для здоровья человека и вызывать, например, аллергические реакции, снижение концентрации внимания, тошноту.

Целью данной работы было проведение сравнительного исследования экстрактов из плодов тмина различных производителей на содержание флавоноидов и соединений, проявляющих антиокислительную активность.

Материалы и методы исследования, экспериментальная часть

Объектом исследования служили три образца различных производителей плодов тмина обыкновенного:

- объект №1 – лекарственное средство, ООО Фирма «Здоровье»;
- объект №2 – чайный напиток, ООО «Русские корни»;
- объект №3 – приправа, Kotanyi GmbH.

Исследовались водные и этанольные экстракты плодов. Для этого образцы плодов тмина обыкновенного измельчали до порошкообразного состояния, экстрагировали: на водяной бане (20 минут) 96%-ным этиловым спиртом (отношение массы вещества к объёму экстрагента 1:10); на водяной бане (45 минут) дистиллированной водой (отношение массы вещества

к объёму экстрагента 1:30). С экстрактами проводили качественные реакции на флавоноиды, определялась сумма флавоноидов в пересчёте рутин и определялась антиокислительная активность экстрактов.

Проведение качественных реакций на флавоноиды

Качественные реакции проводились со спиртовыми экстрактами. Результаты приведены в таблице 1.

Результаты исследования показали, что во всех трёх образцах содержатся флавоноиды [2]. Однако, интенсивность окрашивания могла развиваться разная. Например, при осуществлении реакции с 1% раствором $AlCl_3$ в CH_3COOH появлялось окрашивание бледно-жёлтого в образцах №1 и №3) и ярко-жёлтое в образце №2), что можно связать с различным количественным содержанием соответствующей группы флавоноидов.

Спектрофотометрическое определение суммы флавоноидов в пересчёте на рутин.

Таблица 1 – Результаты проведения качественных реакций на флавоноиды в спиртовых экстрактах плодов тмина

Реагент	Ожидаемое окрашивание раствора по литературным данным [2]	Полученное окрашивание раствора		
		Объект №1	Объект №2	Объект №3
$Mg+HCl_{(конц)}$ (цианидиновая проба)	Красное, оранжевое	Розовое	Розовое	Оранжевое
1% раствор $AlCl_3$ в CH_3COOH	Бледно-жёлтое, жёлтое	Бледно-жёлтое	ярко-жёлтое	Бледно-жёлтое
1% раствор $NH_4Fe(SO_4)_2$	Зелёное (тёмные оттенки до черного)	Тёмно-зелёное	Светло-зелёное	Бледное свето-зелёное
1% раствор ванилина в H_2SO_4 (конц.)	Красно-фиолетовое, ярко-красное, ярко-жёлтое, малиновое	Ярко-оранжевое	Ярко-оранжевое	Ярко-оранжевое
NH_3 (раствор)	Желтое, оранжевое, красное, синее, фиолетовое	Прозрачное, жёлтое	Оранжевое	Жёлтое
Раствор $Pb(CH_3COOH)_2$	Жёлтое	Жёлтое	Оранжево-жёлтое	Ярко-жёлтое

Спектрометрические исследования проводились на спектрофотометре ПЭ-5400 ВИ с использованием образца рутина. В данном методе исследования используется реакция образования комплексных соединений флавоноидов с $AlCl_3$. Оптическую плотность измеряли при 410 нм [3, 4]. Данный метод определения суммарного количества флавоноидов широко используется во многих исследованиях [2, 3, 4].

В результате проведенного исследования установлено, что массовая доля флавоноидов, в пересчёте на рутин, составляет: для объекта № 1 – 1,85 %; для объекта № 2 – 1,61 %, для объекта № 3 – 1,31%.

Определение антиокислительной активности методом окислительно-восстановительного титрования

Определение антиокислительной активности проводилось методом окислительно-восстановительного титрования с перманганатом калия.

Раствор перманганата калия готовился следующим образом. В колбу для титрования вносили: 1 мл раствора H_2SO_4 с массовой долей 20%, 8 мл воды дистиллированной и 1 мл раствора $KMnO_4$ с $C_n=0,055$ моль/л. Данный раствор титровался из микробюретки полученными ранее экстрактами до исчезновения розовой окраски [5].

По количеству экстракта, пошедшего на титрование, проводился расчёт показателя антиокислительной активности – В (мг/мл), в пересчёте на кверцетин [5].

Для экстрактов объектов № 1, № 2 и № 3 он составил соответственно 0,37 мг/мл, 0,27 мг/мл и 0,15 мг/мл.

Выводы

Все исследованные образцы тмина обыкновенного (*Carum carvi*) содержат флавоноиды, что подтверждается проведенными качественными реакциями.

Наибольшее суммарное количество флавоноидов, в пересчёте на рутин, и соединений восстанавливающего характера содержится в объекте № 1 (производитель – ООО Фирма «Здоровье»).

Список литературы:

1. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование : Семейства Rutaceae - Elaeagnaceae / АН СССР, Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова; [Составители И.Б. Сандина и др.]; Отв. ред. П.Д. Соколов. – Ленинград : Наука: Ленингр. отд-ние, 1988. – 356 с.

2. Природные флавоноиды / Д.Ю. Корулькин [и др.]; Российская акад. наук, Сибирское отд-ние, Новосибирский ин-т органической химии им. Н.Н. Ворожцова, М-во образования и науки Респ. Казахстан, Казахский нац. ун-т им. Аль-Фараби. – Новосибирск: ГЕО, 2007. – 229 с.
3. Блинова, О.Л. Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в трехребернике непахучем цветках / О.Л. Блинова, А.А. Гилева, А.В. Хлебников [и др.] // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2021. – Т. 23. – № 6. – С. 157-166. – DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-6-157-166.
4. Бубенчиков, Р.А. Спектрофотометрический метод определения содержания суммы флавоноидов в надземной части *Viola Odoratal* / Р.А. Бубенчиков // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 15-2 (104). – С. 192-195.
5. 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.

УДК 544.723.21

**Сорбция ионов никеля из растворов листопадом клёна остролистного
А.В. Мешалкин, М.И. Жукова**

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

В статье представлены результаты изучения сорбции ионов никеля листопадом клёна остролистного нативного, а также модифицированного обработкой в растворах 0,5% гидроксида натрия и 3% серной кислоты. Сорбция ионов никеля нативным листопадом сопровождается вторичным загрязнением растворов органическими веществами и практически полным вымыванием вначале адсорбированного никеля в течение одного часа. Модификация листопада кислотой или щёлочью незначительно увеличивает величину адсорбции, способствует удержанию адсорбата и препятствует полному вымыванию адсорбированных ионов никеля.

Ключевые слова: сорбция, ионы никеля, листопад клена остролистного, модификация листопада, вторичное загрязнение, ХПК.

Sorption of nickel ions from solutions by holly maple leaf fall

A.V. Meshalkin, M.I. Zhukova

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

The article presents the results of studying the sorption of nickel ions by leaf fall of native holly maple, as well as modified by treatment in solutions of 0,5% sodium hydroxide and 3% sulfuric acid. The sorption of nickel ions by native leaf fall is accompanied by secondary contamination of solutions with organic substances and almost complete removal of initially adsorbed nickel within one hour. Modification of leaf fall by acid or alkali slightly increases the amount of adsorption, promotes the retention of adsorbate and prevents the complete removal of adsorbed nickel ions.

Key words: sorption, nickel ions, holly maple leaf fall, leaf fall modification, secondary pollution, COD.

В последние десятилетия широкое распространение получили исследования по использованию природных сорбентов для очистки технологических растворов или промышленных стоков от различных загрязняющих веществ [1, 2]. Многие природные материалы растительного происхождения (древесные опилки, хвоя, кора, мох и т.п.) содержат целлюлозу, обеспечивающую их пористое строение и, соответственно, сорбционные свойства. К таким материалам можно отнести и лиственный опад деревьев, привлекательность которого как сорбента обусловлена его ежегодной возобновляемостью, дешевизной и доступностью [3-7].

Наряду с другими тяжёлыми металлами никель входит в список наиболее опасных токсикантов, токсичность которых имеет место в растворенном состоянии, что обуславливает актуальность изучения процессов его извлечения из растворов. Порог токсичности никеля для человека составляет 20 мг/день [8]. Никель и его соединения относятся также к канцерогенам при ингаляционном пути поступления в организм человека [9].

По данным [6] опад листьев клёна остролистного (*Aser platanoides*) содержит 17,3 % лигнина и 16,3 % целлюлозы, а также 1,6 % дубильных веществ. Наличие данных веществ в листопаде способствует протеканию хемосорбционных процессов с участием функциональных групп в составе названных природных полимеров.

Собранный в начале октября листопад клёна остролистного имел влажность 52-60%. Собранные листья высушивались до постоянной массы при температуре 110 ± 5 °С, измельчались до размера частиц 5-10 мм и использовались для изучения их сорбционных свойств. Нативный листопад также модифицировали путём его выдержки в течение суток в 0,5%-ном растворе гидроксида натрия или 3%-ном растворе серной кислоты с последующей промывкой водой и сушкой до постоянной массы.

Для определения динамики сорбции в 100 мл раствора нитрата никеля (II) с исходной концентрацией 1000 мг/л добавляли 2,00 г сорбента, смесь перемешивали и периодически отбирали на анализ пробы раствора объёмом 1,00 мл. Изотермы адсорбции строились по результатам измерения равновесной и исходной концентраций ионов никеля в растворах различных концентраций при времени контакта с сорбентом 1,5-2,0 мин. Содержание ионов Ni^{2+} определяли фотометрическим методом в виде комплекса никеля с диметилглиоксимом [10].

Для удаления коричневатой окраски фотометрируемых растворов, образующейся при контакте раствора с листовым опадом, использовали мокрое озоление смесью пероксида водорода с аммиаком при нагревании.

Значение ХПК раствора определяли титриметрическим методом [11].

Первые эксперименты с нативным листопадом показали, что даже короткий контакт его с раствором приводит к вторичному загрязнению органическими веществами: раствор спустя несколько минут приобретает коричневатую окраску. Анализ 100 мл раствора, выдержанного в течение 30 мин с 1,0 г нативного листопада, показал значение ХПК в 1200 мг О/л, в то время как норматив ХПК для питьевой воды составляет 15 мг О/л [12], а для сточных вод – 500 мг О/л [13].

Наряду с вымыванием из нативного листопада органических веществ наблюдается и вымывание в раствор первоначально адсорбированных ионов никеля спустя уже незначительное время контакта, что можно объяснить набуханием полимеров после некоторого времени выдержки сорбента в растворе (рисунок 1, кривая 1). В течение одночасовой выдержки весь вначале адсорбированный никель (21 мг/г) вымывается обратно в раствор.

Аналогичная выдержка в растворе листопада, модифицированного щелочью или кислотой, приводит к незначительному увеличению адсорбции (до 25 мг/г) и способствует удержанию в сорбенте поглощённого никеля: от первоначально поглощённого количества в течение часа вымывается не более 40% ионов никеля (рисунок 1; кривые 2 и 3). В связи с исчезновением коричневатой окраски нативного листопада при его обработке

кислотой (сорбент «отбеливается») или щёлочью (становится серым) можно также предположить, что адсорбция модифицированным листопадом не приводит к вторичному загрязнению раствора органическими веществами.

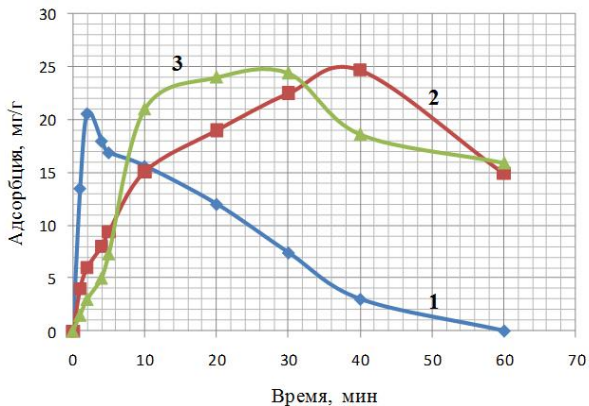


Рисунок 1 – Зависимость величины адсорбции ионов никеля листопадом клёна остролистного от времени: 1 – нативный листопад; 2 – листопад, модифицированный 0,5%-ным раствором гидроксида натрия; 3 – листопад, модифицированный 3%-ной серной кислотой

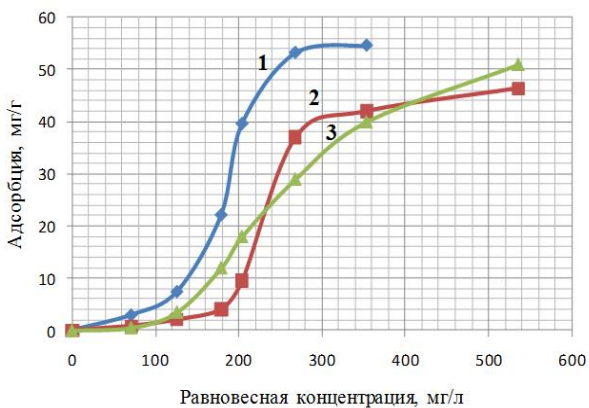


Рисунок 2 – Изотермы адсорбции (25 оС) ионов никеля листопадом клёна остролистного при времени контакта 1,5-2 мин: 1 – нативный листопад; 2 – листопад, модифицированный 0,5%-ным раствором гидроксида натрия; 3 – листопад, модифицированный 3%-ной серной кислотой

Изотермы адсорбции, снятые при 25 °С и времени контакта сорбентов с раствором в течение 1,5-2 мин, представленные на рисунке 2, являются S-образными, что подтверждает слабую силу взаимодействия между адсорбентом и адсорбатом во всех трёх случаях [14].

Список литературы:

1. Климов, Е.С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е.С. Климов, М.В. Бузаева. Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.
2. Шайхиев, И.Г. О возможности использования опилок деревьев в качестве сорбционных материалов ионов тяжелых металлов [Электронный ресурс] / И.Г. Шайхиев, Нгуен Тхи Ким Хоа, И.А. Калиндеева. – URL: <http://dspace.bstu.ru/bitstream/123456789/3749/1/32.pdf> (Дата обращения: 10.03.2024).
3. Шаймарданова, А.Ш. Использование листового опада в качестве сорбционного материала по отношению к ионам железа / А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова // Природа, экология и народное хозяйство: Материалы научной конференции. Воронеж, 2015. – С. 79-81.
4. Свергузова, С.В. Адсорбция веретенного масла нативным и термомодифицированным листовым опадом каштанов / С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, А.В. Святченко, Отити Том // Строительные материалы и изделия. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 4-11.
5. Свергузова, С.В. Очистка маслосодержащих эмульсий листовым опадом вишни и рябины / С.В. Свергузова, И.В. Бомба, И.С. Воронина // Chemical Bulletin. – 2018. – Т. 1. – № 4. – С. 4-10.
6. Силайчева, М.В., Степанова, С.В. Очистка воды от ионов железа (II) листовым опадом клена с его последующей регенерацией / М.В. Силайчева, С.В. Степанова // Экология и промышленная безопасность. – 2016. – № 2. – С. 13-15.
7. Галимова, Р.З. Кинетика сорбции ионов железа (III) из водных растворов нативной и модифицированной листвой тополя / Р.З. Галимова, Р.Ф. Латыпова, И.Г. Шайхиев и [др.] // Экономика строительства и природопользования. – 2022. – № 1-2 (82-83). – С. 115-121.
8. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – Москва: Мир, 2004. – 216 с.
9. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293832/4293832934.htm> (Дата обращения: 10.03.2024).

10. ПНД Ф 14.1:2.46-96. Методика измерения массовой концентрации никеля в природных и сточных водах фотометрическим методом с диметилглиоксимом [Электронный ресурс]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/0d9/4293776009.pdf> (Дата обращения: 10.03.2024).
11. ПНД Ф 14.1.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод [Электронный ресурс]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/5e6/4293751545.pdf> (Дата обращения: 10.03.2024).
12. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006938> (Дата обращения: 10.03.2024).
13. Постановление Правительства РФ №644 от 29.07.13. «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/70427212/> (Дата обращения: 10.03.2024).
14. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел / Джайлс Ч., Инграм Б., Клуни Дж. и др.]; Ред. Г. Парфит, К. Рочестер; Пер. с англ. Б.Н. Тарасевича; Под ред. В.И. Лыгина. – Москва: Мир, 1986. – 488 с.

**Поглощение ионов меди из растворов суспензией
гидроксида магния**

А.В. Мешалкин, О.С. Полякова

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

Исследован процесс извлечения ионов меди суспензией (оксида) гидроксида магния при молярном соотношении $Mg(OH)_2 : Cu^{2+}$ не менее 10:1 и исходной концентрации ионов Cu^{2+} 50,0 мг/л. Для обеспечения полного выделения ионов меди достаточно не более 5-минутного перемешивания суспензии. Минимальная концентрация аммиака, при которой извлечение ионов меди заметно снижается, ориентировочно составляет 2,6 ммоль/л.

Ключевые слова: ионы меди, гидроксиды магния и меди, аммиак, очистка воды.

**Absorption of copper ions from solutions
by suspension of magnesium hydroxide**

A.V. Meshalkin, O.S. Polyakova

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

The process of extraction of copper ions by suspension of magnesium hydroxide (oxide) at a molar ratio of $Mg(OH)_2 : Cu^{2+}$ is investigated at least 10:1 and the initial concentration of Cu^{2+} ions is 50,0 mg/l. To ensure the complete separation of copper ions, no more than 5 minutes of mixing of the suspension is sufficient. The minimum concentration of ammonia, at which the extraction of copper ions is noticeably reduced, is approximately 2.6 mmol/l.

Key words: copper ions, magnesium and copper hydroxides, ammonia, water purification.

Актуальность извлечения ионов меди из растворов обусловлена бактерицидными свойствами, а также относительно высокой стоимостью её соединений [1]. Удаление ионов меди из растворов при их взаимодействии с гидроксидом магния сопровождается поступлением в раствор в эквивалентном количестве ионов Mg^{2+} , что можно рассматривать как положительный эффект при водоподготовке питьевой воды. Технология водоподготовки проста и не требует сложного оборудования.

Процесс растворения твёрдой фазы гидроксида магния и образования осадка гидроксида меди основан на том, что произведение растворимости

(ПР) гидроксида меди ($2,2 \cdot 10^{-20}$) многократно меньше ПР гидроксида магния ($1,9 \cdot 10^{-13}$) [2]. Вместо гидроксида магния возможно использование его оксида, обеспечивающего протекание химической реакции: $\text{Cu}^{2+} + \text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Mg}^{2+}$.

Присутствие в медьсодержащих растворах аммиака или аммонийных солей может осложнить процесс извлечения меди за счёт образованием прочных комплексных катионов: $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Константа нестойкости комплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ равна $2,1 \cdot 10^{-13}$ [3].

Эксперименты по удалению ионов меди из растворов проводили в конических колбах, приливая в них по 100 мл раствора сульфата меди с исходной концентрацией ионов меди 50,0 мг/л, добавляли навеску MgO и перемешивали суспензию с помощью магнитной мешалки. Минимальное молярное соотношение MgO:Cu²⁺ при проведении экспериментов составило 10:1. Влияние содержания аммиака на эффективность процесса выделения ионов меди также изучали при этом соотношении. Эксперименты проводились при комнатной температуре. Количественный химический анализ содержания меди в растворах осуществляли фотометрическим методом в виде диэтилдитиокарбамата меди [4].

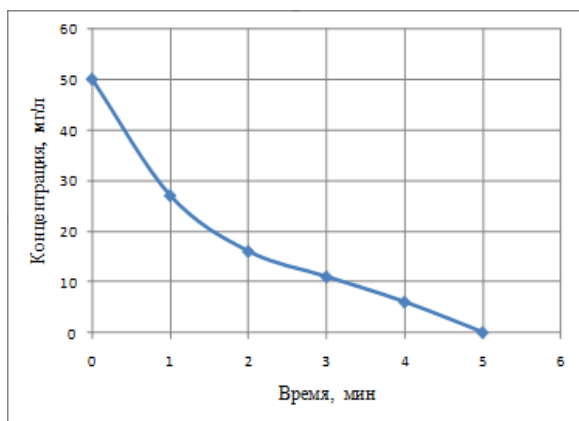


Рисунок 1 – Зависимость остаточной концентрации ионов меди от времени перемешивания суспензии гидроксида магния при температуре 25 °С; молярное соотношение MgO:Cu²⁺ = 10:1

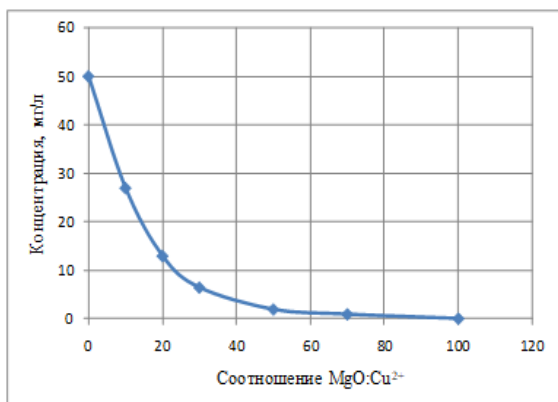


Рисунок 2 – Зависимость остаточной концентрации ионов меди в растворах от молярного соотношения MgO:Cu²⁺ = 10:1 при времени контакта 1 минута и температуре 25 °С

Результаты экспериментов показали, что для обеспечения полного выделения ионов меди из растворов достаточно 5-минутного перемешивания суспензии (рисунок 1). При увеличении соотношения MgO:Cu²⁺ более 10:1 время протекания химической реакции сокращается до 1-2 минут за счёт увеличения суммарной поверхности твёрдой фазы (рисунок 2).

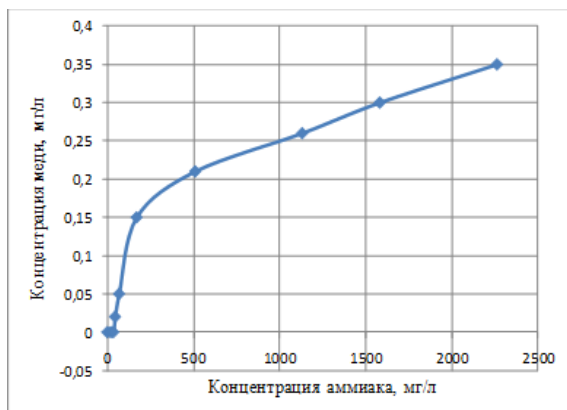


Рисунок 3 – Зависимость содержания ионов меди от концентрации аммиака в растворе: исходная концентрация Cu²⁺ – 50,0 мг/л; молярное соотношение MgO:Cu²⁺ = 10:1; время перемешивания – 10 мин

Минимальная концентрация аммиака, при которой извлечение ионов меди заметно понижается, составляет примерно 2,6 ммоль/л (44 мг/л) (рисунок 3). С другой стороны, отделение ионов меди от осадка $Mg(OH)_2$ возможно путём его обработки относительно концентрированными растворами аммиака или солей аммония.

Результаты исследования показали, что обработка медьсодержащих растворов суспензией гидроксида (оксида) магния может быть эффективно использована для их очистки, если концентрация аммиака не превышает 2,6 ммоль/л.

Список литературы:

1. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – Москва: Мир, 2004. – 216 с.
2. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – Москва: Химия, 1971. – 454 с.
3. Некрасов, Б.В. Основы общей химии / Б.В. Некрасов. – Т. 2. – Москва: Химия, 1973. – 688 с.
4. Фотометрический метод определения меди в питьевой воде. ГОСТ 4388-72 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012572> (Дата обращения: 16.03.2024).

УДК 544.723.21

**Соосаждение ионов меди с осадком гидроксида железа (III)
в присутствии аммиака**

А.В. Мешалкин, О.С. Полякова

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

Предметом настоящего исследования является процесс соосаждения ионов меди с осадком гидроксида железа (III) в присутствии аммиака, приводящего к образованию комплексных ионов $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$. В отсутствие аммиака подщелачивание раствора до значения рН в диапазоне 6,9-8,9 обеспечивает извлечение 99,9% меди в виде гидроксида при её исходной концентрации 50 мг/л. Присутствие аммиака снижает эффективность осаждения гидроксида меди, но за счёт соосаждения с осадком гидроксида железа (III)

возможно извлечение ионов меди на уровне 99,7-99,9% и в присутствии аммиака, если его концентрация не превышает 2,87 ммоль/л. При дальнейшем повышении концентрации аммиака эффективность соосаждения падает.

Ключевые слова: ионы меди, гидроксид меди, гидроксид железа, аммиак, осаждение, соосаждение, сорбция.

Co-precipitation of copper ions with iron (III) hydroxide precipitate in the presence of ammonia

A.V. Meshalkin, O.S. Polyakova

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

The subject of this study is the process of co-precipitation of copper ions with iron (III) hydroxide precipitate in the presence of ammonia leading to the formation of complex ions $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. In the absence of ammonia solution alkalization to pH value in the range 6,9-8,9 provides extraction of 99,9% of copper in the form of hydroxide at its initial concentration of 50 mg/l. The presence of ammonia reduces the efficiency of precipitation of copper hydroxide, but due to co-precipitation with iron (III) hydroxide precipitate extraction of copper ions at the level of 99,7-99,9% is also possible in the presence of ammonia if its concentration does not exceed 2,87 mmol/l. With further increase in the concentration of ammonia the efficiency of co-precipitation decreases.

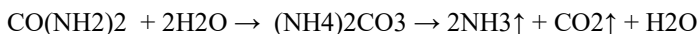
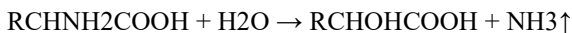
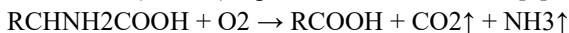
Key words: copper ions, copper hydroxide, iron hydroxide, ammonia, precipitation, coprecipitation, sorption.

Извлечение ионов меди из сточных вод актуально с точки зрения защиты окружающей среды в связи с её бактерицидными свойствами, благодаря которым даже относительно невысокие концентрации меди в сточных водах могут, например, вывести из строя биологические очистные сооружения [1]. С другой стороны, в гидрометаллургии меди возрастает необходимость переработки сырья с её невысоким содержанием в технологических растворах [2].

Процесс извлечения меди из коммунально-бытовых сточных вод осложняется присутствием аммиака и образованием прочных комплексных катионов: $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Константа нестойкости комплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ равна $2,1 \cdot 10^{-13}$ [3]. При высоких содержаниях аммиака установлено также образование в растворах комплексных ионов $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$. Комплексы Cu^{2+} образуются и со многими

другими молекулами, преимущественно с S- или N-содержащими. Например, константа нестойкости иона $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2)_2]^{2+}$ равна $3 \cdot 10^{-21}$, т.е. этот комплекс ещё устойчивее аммиачного.

В процессе выдержки, а также биологической очистки коммунально-бытовых сточных вод аммиак постоянно образуется за счёт дезаминирования аминокислот (белков) и разложения мочевины [4]:



Произведение растворимости (активности) для $\text{Cu}(\text{OH})_2$ составляет $2,2 \cdot 10^{-20}$, поэтому подщелачиванием воды теоретически возможно снижение концентрации ионов меди за счёт выпадения осадка $\text{Cu}(\text{OH})_2$ до уровня $0,0024$ мг/л при значении $\text{pH} = 7,12$. Ещё меньшее значение $\text{PP} = 1,7 \cdot 10^{-34}$ имеет $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, образование которого возможно при одновременном наличии в растворе ионов OH^- и CO_3^{2-} . Однако, на практике не всегда удаётся опуститься до такой низкой концентрации меди в результате подщелачивания раствора в связи с присутствием в сточных водах комплексообразователей и различных солей.

Одним из наиболее удобных коллекторов (носителей) для концентрирования микропримесей в процессах очистки сточных вод является гидроксид железа (III) [5-7]. Осадки $\text{Fe}(\text{OH})_3$ имеют аморфную структуру с большой активной поверхностью (~ 800 м²/г), которая обеспечивает эффективный захват микропримесей на небольшой массе осадка.

Образование осадка происходит в результате добавления в очищаемую воду солевого коагулянта (соль трёхвалентного железа) и щелочи: $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$. Степень структурно-механической гидратации $\text{Fe}(\text{OH})_3$, рассчитанная как отношение объёма воды к объёму твёрдого вещества в неуплотнённых осадках, составляет 790. Захваченная вода прочно удерживается в капиллярах гелей и может быть удалена лишь при нагревании до $140 \dots 170$ оС [8]. Отделение соосаждённой меди от осадка гидроксида железа (III) возможно путём обработки последнего относительно концентрированными растворами аммиака или его солей.

Для проведения экспериментов были использованы модельные растворы сульфата меди в дистиллированной воде с исходной концентрацией меди 50,0 мг/л; 0,1 М раствор трихлорида железа; 5% раствор аммиака (2,87 моль/л) и 3М NaOH. После десятиминутного отстаивания осадок отделяли с помощью фильтра «белая лента», а в фильтрате определяли содержание ионов меди фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом натрия в

слабоаммиачной среде [9]. Величину сорбции определяли в пересчёте на 1 грамм $\text{Fe}(\text{OH})_3$, исходя из стехиометрии по отношению к добавленному количеству FeCl_3 .

Результаты исследования показали, что осаждение ионов меди раствором щелочи в диапазоне pH 6,9-8,9 в отсутствие аммиака обеспечивает её остаточную (равновесную) концентрацию ниже 0,02 мг/л, обеспечивая удаление ионов из раствора более чем на 99,96%. Присутствие аммиака в растворах, однако, не позволяет осадить медь в виде $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в связи с образованием комплексных аммиакатов меди.

Величина соосаждения при pH 8,5-9,0 начинает заметно снижаться с повышением концентрации аммиака, начиная с 2,87 ммоль/л и, естественно, зависит от соотношения массы гидроксида железа (III), концентрации меди и объёма раствора. Результаты проведённых исследований представлены на рисунках 1-3.

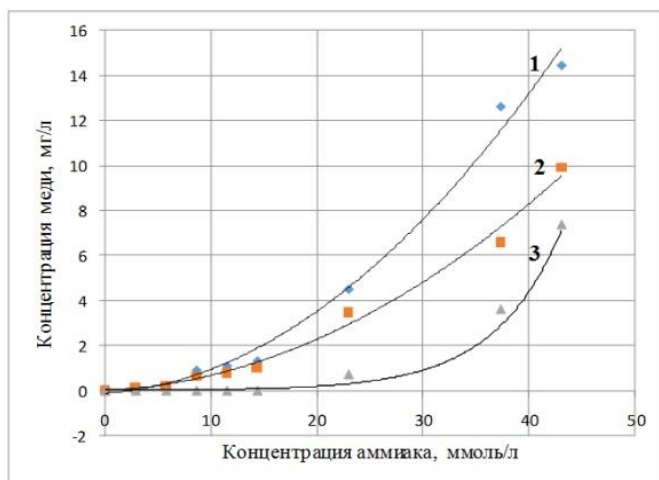


Рисунок 1 – Зависимость остаточной концентрации ионов меди от содержания аммиака в исходном растворе при её соосаждении с осадком гидроксида железа (III):

исходная концентрация меди – 50,0 мг/л; pH раствора 8,5-9,0;
содержание $\text{Fe}(\text{OH})_3$, мг/л: 1 – 53,5; 2 – 107; 3 – 214

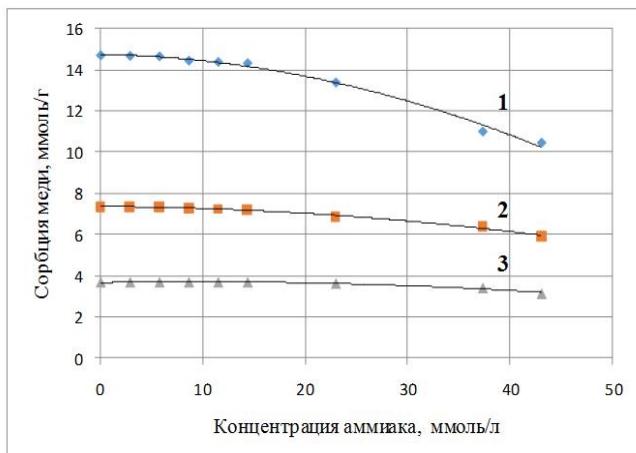


Рисунок 2 – Зависимость величины сорбции ионов меди от содержания аммиака в исходном растворе при её соосаждении с осадком гидроксида железа (III): исходная концентрация меди – 50,0 мг/л; pH раствора 8,5-9,0; содержание Fe(OH)₃, мг/л: 1 – 53,5; 2 – 107; 3 – 214

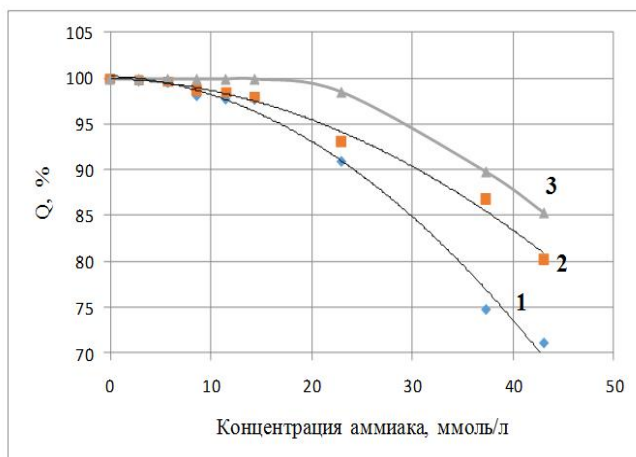


Рисунок 3 – Зависимость полноты извлечения (Q, %) ионов меди от содержания аммиака в исходном растворе при её соосаждении с осадком гидроксида железа (III): исходная концентрация меди – 50,0 мг/л; pH раствора 8,5-9,0; содержание Fe(OH)₃, мг/л: 1 – 53,5; 2 – 107; 3 – 214

Результаты исследования показали, что соосаждение с осадком гидроксида железа (III) может быть эффективно использовано для очистки сточных вод от ионов меди в присутствии аммиака или солей аммония, особенно когда концентрация аммиака не превышает 2,87 ммоль/л.

Расход солевого коагулянта, обеспечивающий образование гидроксида железа (III) в концентрации 0,107 кг/м³ составляет, кг/м³:

$\text{FeCl}_3 - 0,165;$

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - 0,275.$

Список литературы:

1. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. Москва: Мир, 2004. – 216 с.
2. Тимофеев, К.Л. Сорбционное извлечение цветных и редких металлов из промышленных растворов горно-металлургических предприятий. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н. 05.16.02 / Тимофеев Константин Леонидович. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 382 с.
3. Некрасов, Б.В. Основы общей химии. Т. 2 / Б.В. Некрасов. – Москва: Химия, 1973. – 688 с.
4. Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод / А.Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
5. Новиков, А.И. Использование соосаждения с гидроокисью железа для разделения малых количеств элементов / А.И. Новиков // Известия СО АН СССР, 1965. – № 11. – Вып. 3. – С. 64-68.
6. Печенюк, С.И. Влияние условий получения геля оксигидрата железа (III) на его сорбционную способность / С.И. Печенюк, А.Г. Косиков, Л.Ф. Кузьмич // ЖПХ. – 1984. – Т. 57. – № 4. – С. 748-753.
7. Бабенков, Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – Москва: Наука, 1977. – 356 с.
8. Кургаев, Е.Ф. Основы теории и расчета осветлителей / Е.Ф. Кургаев. – Москва: Госстройиздат, 1962. – 160 с.
9. Фотометрический метод определения меди в питьевой воде. ГОСТ 4388-72. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012572> (Дата обращения: 10.03.2024).

**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

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

В статье представлены основные результаты сравнительных химических исследований плодовых тел гриба кордицепс военный (*Cordyceps militaris*) и биологически активных добавок, изготовленных из него. Исследование проводилось методами гравиметрии, тонкослойной хроматографии и УФ-спектроскопии.

Ключевые слова: *Cordyceps militaris*, кордицепс военный, гриб, БАД, гравиметрия, тонкослойная хроматография, УФ-спектроскопия.

**Investigation of the *Cordyceps militaris* fungus
and biologically active additives made on its basis by TLC,
UV spectroscopy and gravimetry methods**

D.P. Samsonova, E.A. Larionov, V.M. Larionova

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

The article presents the main results of comparative chemical studies of the fruit bodies of the fungus *Cordyceps militaris* and biologically active additives made from it. The study was carried out using gravimetry, thin-layer chromatography and UV spectroscopy.

Key words: *cordyceps militaris*, mushrooms, dietary supplements, gravimetry, thin-layer chromatography.

Введение

Биологически активные добавки (БАДы) к пище служат дополнительным источником веществ, необходимых человеку для поддержания здоровья, повышения сопротивляемости организма различным заболеваниям. Спектр веществ растительного и животного происхождения, используемых для получения таких добавок достаточно широк. Одним из источников сырья для получения БАДов служат такие грибы как ежевик гребенчатый (*Hericium erinaceus*), кордицепс военный (*Cordyceps militaris*) и дру-

гие. Некоторые виды из них выращиваются искусственно. Требования к разработке и выпуску биологически активных добавок и лекарственных препаратов весьма отличаются в сторону более строго подхода к производству последних. Однако, если на фармацевтическом рынке встречаются фальсифицированные и недоброкачественные лекарственные средства [1], то, можно предположить, что существуют и такого рода биологически активные добавки. Целью проведённых исследований являлся подбор химических методов и методик, позволяющих выявлять некачественные биологически активные добавки, изготовленные из грибов.

Материалы и методы исследования, экспериментальная часть

Для проведения исследования в интернет-магазинах были приобретены плодовые тела гриба кордицепса военного (*Cordyceps militaris*) и четыре биологически активные добавки различных производителей в желатиновых капсулах (объекты №1, №2, №3 и №4). Плодовые тела гриба служили образцом сравнения в исследовании. Производители приобретённых БАДов не указываются, так как в этом случае требуется аккредитация лаборатории на проведение таких исследований.

Исследовались водные и спиртовые экстракты из плодовых тел гриба, а также экстракты веществ в капсулах. В настоящей работе представлены результаты исследований, полученных методами тонкослойной хроматографии [2], гравиметрии и УФ-спектроскопии [3].

Для сравнения компонентного состава образцов исследования был применен метод тонкослойной хроматографии (ТСХ). Плодовые тела гриба кордицепса военного измельчали до порошкообразного состояния, содержимое капсул объектов №1, №2, №3 и №4 было в измельчённом состоянии. Экстракцию образца сравнения и объектов №1, №2, №3 и №4 проводили 85% этиловым спиртом. Для приготовления экстрактов были взяты навески массой по 0,2 г и объёмы экстрагента по 20 мл. Объёмы нанесённых проб составили 50 мкл. В качестве системы растворителей для элюирования использовалась смесь бензола, этанола и триэтиламина в объёмном соотношении 5:5:1. Время элюирования составило 35 минут. Использовались хроматографические пластинки Sorbfil ПТСХ-П-В 10x10 см. По завершении элюирования сравнивались хроматографические профили по числу обнаруживаемых компонентов, значению их R_f , а также окраске в видимом и УФ свете (365 нм).

Экстракт образца сравнения и экстракты объектов №1 и №4 сходны по числу обнаруживаемых компонентов, их R_f и окраске (в видимом свете

и УФ свете). В экстракте образца №3 обнаруживается большее число компонентов, чем в образце сравнения. В содержимом капсул образца №3 обнаружены частицы, отсутствующие в измельчённом образце сравнения.

Состав экстракта объекта №2 не имеет компонентов, общих по хроматографическим характеристикам с компонентами образца сравнения. Можно предположить, что данный образец изготовлен из объекта растительного происхождения, не являющегося грибом кордицепс военный.

Метод гравиметрии применялся для определения и сравнения содержания экстрактивных веществ в исследуемых образцах. Для этого на весах лабораторных аналитических были взяты одинаковые отдельные навески каждого образца с точностью 0,0001 г. Взвешивание проводилось в бюксах с притертой крышкой объёмом 25 мл. Массы отдельных навесок равны 0,4106 г. Масса была выбрана с учётом минимальной массы содержимого капсулы одного из образцов. Далее в каждый бюкс при помощи пипетки Мора объёмом 20 мл был добавлен экстрагент – дистиллированная вода, объёмом 20 мл. При приготовлении водных экстрактов время настаивания составило 1 час. Полученные водные экстракты отфильтровали, отобрали по 10 мл фильтратов в предварительно взвешенные с точностью 0,0001 г сухие стеклянные стаканы объёмом 25 мл и поместили в сушильный шкаф при $t=105^{\circ}\text{C}$ до полного высыхания (до постоянной массы).

После полного испарения воды стаканы с сухим остатком были помещены в эксикатор с прокалённым хлоридом кальция, охлаждены до температуры весовой комнаты и взвешены на аналитических лабораторных весах. Результаты взвешивания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения массы экстрактивных веществ

Объект исследования	Масса сухого остатка, г
Образец сравнения	0,1081
Образец 1	0,0956
Образец 2	0,1066
Образец 3	0,0277
Образец 4	0,1156

Исследования методом гравиметрии показали, что содержание сухого остатка в экстрактах образца сравнения и объектах №1, №2 и №4 отличаются незначительно. Экстракты объекта №3 содержат меньшее количество экстрактивных веществ по сравнению с экстрактами образца сравнения.

Спектроскопический метод анализа в УФ области спектра был применён для сравнения электронных спектров исследуемых образцов. Для этого были приготовлены водные экстракты с равной концентрацией экстрактивных веществ (расчёты были проведены с учётом результатов гравиметрического анализа) $C = 0,01$ г/мл по той же методике, по которой проводился анализ экстрактивных веществ. Полученные экстракты были разбавлены в 100 раз, для чего пипеткой переносили 1 мл экстрактов в мерные колбы объёмом 100 мл и доводили дистиллированной водой до метки, закрывали пробкой и перемешивали. Полученные растворы являлись рабочими растворами в спектроскопическом анализе. Раствор сравнения – дистиллированная вода. Анализ проводился на спектрофотометре Lambda 35 (Perkin Elmer). Спектры из формата программного обеспечения прибора экспортировались в формат *.csv и далее обрабатывались в MS Excel. Данные приведены на рисунке 1.

Из приведенных графиков спектров видно, что у экстракта объекта №2 отсутствует максимум поглощения, характерный для экстрактов плодовых тел гриба (образца сравнения) и объектов №1, №3, №4.

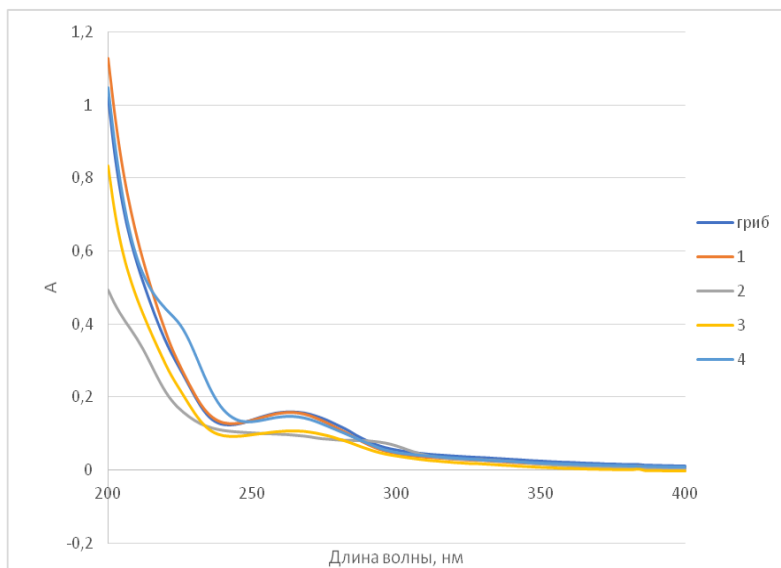


Рисунок 1 – Электронные спектры водных извлечений плодовых тел гриба *Cordyceps militaris* и водных извлечений содержимого капсул №1, №2, №3 и №4

Выводы

1. Экстракты плодовых тел гриба кордицепс военный и экстракты содержимого капсул объектов №1 и №4 сходны по количеству экстрактивных веществ, компонентному составу и характеру электронных спектров.

2. В экстракте объекта №3 обнаруживается большее число компонентов, чем в образце сравнения, но имеются компоненты, имеющие одинаковую хроматографическую подвижность и характер окрашивания в видимом свете и УФ-лучах. В данном объекте обнаружены частицы, отсутствующие в измельчённом образце сравнения.

3. В экстракте объекта №2 не обнаружено компонентов, сходных по хроматографическим характеристикам с компонентами экстракта образца сравнения. Отличается также характер УФ-спектров.

Список литературы:

1. Фальсифицированные лекарственные средства и борьба с ними в Российской Федерации / Е.В. Пожилова, В.Е. Новиков, Е.С. Гусева, А.В. Савченко // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии.* – 2020. – Т. 18. – № 1. – С. 63-70. – DOI 10.17816/RCF18163-70.
2. Проценко, М.А. Разработка технологии экспериментальных образцов препаратов из высших базидиомицетов: специальность 03.01.06 "Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Проценко Мария Анатольевна, 2017. – 178 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Н.В. Алов [и др.] ; под ред. Ю.А. Золотова. – 5-е изд., стер. – Москва: Издательский центр «Академия», 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-9125-9.

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
Калужского государственного
университета имени К.Э. Циолковского

Серия
Естественные и технические науки

2024