

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**

**2021**

**Калуга – 2021**

**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. 2021. – Калуга: Издательство КГУ имени К.Э. Циолковского, 2021. – 285 с.

**ISBN 978-5-88725-602-3**

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

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

Редакционная коллегия:

Исадченко С.О. (гл. редактор)  
Виноградский В.Г.  
Гамазкова О.В.  
Захарова М.В.  
Коненкова Н.В.  
Константинов Е.Л.  
Ларионова В.М.  
Романова А.Н.  
Сережкин Л.Н.

**ISBN 978-5-88725-602-3**

© КГУ им. К.Э. Циолковского, 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

## Биология, экология и безопасность жизнедеятельности

### **Евсеева А.А., Абрахманова О.И.**

Биоиндикация и биомониторинг здоровья среды г. Калуги по отдельным признакам флуктуирующей асимметрии (на примере *Quercus robur* L.) ..... 7

### **Зайцева И.В.**

К вопросу об обеспечении безопасности детского отдыха в различных ситуациях ..... 15

### **Константинов Е.Л., Булдова О.Ю.**

Азиатский полупальчатый геккон *Hemidactylus frenatus* (schlegel, 1836) (*geptilia, sauria, gekkonidae*) как перспективный вид для изучения в городах Юго-Восточной Азии ..... 21

### **Лисовская Л.П., Ивченко Т.В.**

Проектная деятельность по биологии в подготовке магистров естественно-научного образования ..... 26

## География и кадастры

### **Алейников О.И.**

Туристско-рекреационная система Калужской области ..... 34

### **Везеничева А.А.**

Обучающий, развивающий и воспитывающий потенциал краеведческого подхода при изучении курса географии России .... 41

### **Дронова Е.А., Яловенко О.В.**

Агрометеорологические условия весенне-летнего периода вегетации озимой пшеницы на территории Ростовской области .... 47

### **Захарова М.В.**

Анализ зимнего меженного стока рек Калужской области ..... 52

### **Меленчук В.И.**

Учёт родников на территории Калужской области ..... 59

### **Соколова Л.А., Слипец А.А.**

Сложности формирования межевых планов, возникающие у студентов в процессе обучения ..... 69

## Медицина

**Романова А.Н., Алешина Т.Е.**

Первые результаты обследования пациентов, перенесших  
коронавирусную инфекцию: старт программы «Дыши легко» ..... 77

**Штанина И.В.**

ВИЧ-инфекция – глобальная проблема современности ..... 85

## Современные технологии в бизнесе и управлении

**Донецков А.М.**

Основа качественного образования – автоматизация  
проектирования расписания учебных занятий ..... 91

**Никитин А.Ю.**

Использование современных компьютерных технологий в  
формировании готовности студентов-педагогов к организации  
кружковой деятельности ..... 103

**Соколов Н.В.**

Применение техники искусственного интеллекта в  
образовательном процессе ..... 109

**Столярова Н.Б.**

Актуальные информационные технологии в дополнительном  
профессиональном образовании ..... 114

**Ткаченко А.Л., Борисов С.О.**

Проблемы автоматизации системы управления проектами  
предприятия ..... 120

## Физика и математика

**Алмазова Т.А., Параносенкова А.А.**

О готовности студентов педагогических направлений подготовки к  
формированию познавательного интереса школьников на уроках  
математики ..... 126

**Антоненко А.Ю., Сережкин Л.Н.**

Использование цифровых платформ на уроках физики в 7 классе.... 137

|   |     |
|---|-----|
| <b>Афанасов Я.В.</b>  |     |
| Особенности конвертации малоразмерных ГТД .....   | 141 |
| <b>Герасимова В.И., Лошкарева Е.А.</b>  |     |
| Методические аспекты использования квазиэкспериментальных задач при изучении школьного курса астрономии .....                                       | 146 |
| <b>Гладышев Ю.А., Лошкарева Е.А.</b>  |     |
| Об одном методе построения класса решений обобщенной системы уравнений электромагнитного поля .....   | 153 |
| <b>Дробышева И.В., Дробышев Ю.А.</b>  |     |
| О направлениях использования образовательного компонента в развитии человеческого капитала .....  | 163 |
| <b>Калманович В.В., Картанов А.А.</b>   |     |
| О решении задачи теплопроводности в многослойной среде при неидеальном тепловом контакте между слоями .....   | 167 |
| <b>Кирюхина Н.В., Новикова Д.В.</b>   |     |
| Методы машинного обучения в астрофизике и физике элементарных частиц .....  | 175 |
| <b>Красин М.С.</b>  |     |
| Система сведений для школьников о методологически корректных правилах оценке и учета погрешностей изменений .....                                   | 184 |
| <b>Куликов А.Н., Казначеева И.В., Днепровская П.Ю.</b>  |     |
| Формирование навыков исследовательской работы на уроках физики при решении задач .....  | 188 |
| <b>Лошкарева Е.А., Анохина О.С., Канарейкин А.И.</b>  |     |
| Методические особенности изучения элементов динамики вращательного движения в классах профильной направленности ...                                 | 199 |
| <b>Никаноркина Н.В.</b>   |     |
| Особенности организации самостоятельной работы студентов по математике в условиях цифровой трансформации .....                                      | 207 |
| <b>Савоськина И.И.</b>  |     |
| К вопросу о структуризации решения задачи по стереометрии как средства совершенствования математической речи школьников ...                         | 214 |
| <b>Степович М.А., Тургин Д.В., Калманович В.В.</b>  |     |
| О корректности математической модели коллективной диффузии неосновных носителей заряда в однородной полупроводниковой мишени конечной толщины ..... | 219 |

**Трунтаева Т.И., Подсадная М.И.**

Развитие математического мышления школьников с помощью сюжетных задач ..... 225

### **Химия и методика обучения химии**

**Гаранин Р.А., Лыков И.Н.**

Особенности сорбции ионов меди иммобилизованными дрожжами 234

**Ларионова В.М., Никифорова У.В.**

Определение содержания синтетических азокрасителей в газированных напитках ..... 246

**Мешалкин А.В., Васюков А.Е., Антохина В.Н.**

Сульфатные минеральные воды Калужской области ..... 252

**Парамонов В.В., Михеев Н.Н.**

Ожэ-анализ поверхности теллурида кадмия ..... 260

**Пустовит С.О., Чубатова А.В.**

Формирование химической компетентности учащихся в процессе выполнения учебно-исследовательской деятельности ..... 267

**Самсонова Е.С., Васюков А.Е.**

Исследование сорбции-десорбции нитрат-ионов почвами потенциометрическим методом ..... 277

# **Биология, экология и безопасность жизнедеятельности**

УДК 574.21

## **Биоиндикация и биомониторинг здоровья среды г. Калуги по отдельным признакам флуктуирующей асимметрии (на примере *Quercus robur* L.)**

**А.А. Евсева, О.И. Абрахманова**

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

В данной статье приводятся результаты мониторингового анализа расчетов показателей флуктуирующей асимметрии и отдельных признаков листовой пластинки дуба черешчатого за 2018 и 2020 гг. Были выявлены взаимосвязи между изучаемыми признаками асимметрии листовой пластинки дуба черешчатого. В результате было определено экологическое состояние и здоровье городской среды г. Калуги по стабильности развития дуба черешчатого.

*Ключевые слова:* биомониторинг, флуктуирующая асимметрия, здоровье среды, стабильность развития, дуб черешчатый.

## **Bioindication and biomonitoring of the Kaluga environmental health by individual signs of fluctuating asymmetry (for example, *Quercus robur* L.)**

**A.A. Evseeva, O.I. Abrakhmanova**

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

This article presents the results of a monitoring analysis of calculations of fluctuating asymmetry indicators and individual characteristics of the leaf blade of oak petiolate for 2018 and 2020. The relationships between the studied signs of asymmetry of the leaf blade of oak petiolate were revealed. As a result, the ecological state and health of the urban environment of Kaluga was determined by the stability of the development of the petiolate oak.

*Keywords:* biomonitoring, fluctuating asymmetry, environmental health, development stability, petiolate oak.

Биоиндикация является одним из методов определения экологической безопасности окружающей среды. Распространенный метод биоиндикации – оценка флуктуирующей асимметрии листовых пластинок деревьев [1-3]. В работе М.С. Шарафутдинова, Б.С. Харитонцева «Особенности

флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа популяций *Tilia cordata* L. в условиях юга Тюменской области» найденные величины коэффициента ранговой корреляции Спирмена указали на различную степень корреляции значений симметрии признаков в разных популяциях *T. cordata* L. [2].

Нами была предпринята попытка обнаружения сходных корреляционных взаимосвязей для дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Исследование проходило в 2018-2020 годах в городе Калуге, в рекреационных объектах города: 1. Березуйский овраг, 2. Бор у остановки «Калуга Бор», 3. Бор 100 м от автотрассы, 4. Бор у лесничества, 5. Парк Культуры и отдыха, 6. Площадь Победы, 7. Сквер Мира, 8. Усадьба Яновских (у автодороги по ул. Терепецкое кольцо), 9. Усадьба Яновских (центральная часть).

В ходе исследования нами была проведена оценка здоровья среды методом биоиндикации по значению флуктуирующей асимметрии листовых пластинок дуба черешчатого. Для анализа было отобрано по 30 листьев в каждой точке исследования. Отбирались листья относительно среднего размера, без явных повреждений для удобства и точности последующего измерения. Анализируемые признаки представлены на схеме (рис. 2).

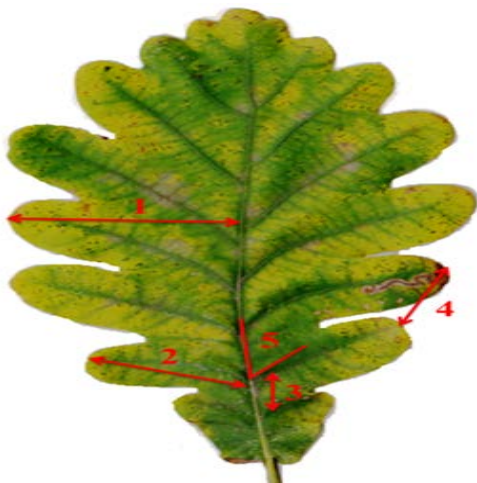


Рисунок 1 – Листовая пластинка дуба черешчатого

Анализируемые признаки: 1. Ширина левой и правой половинок листа; 2. Расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа; 3. Расстояние между основаниями первой и второй жилок



второго порядка; 4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка; 5. Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилок второго порядка.

Листья сканировались и измерялись при помощи пакета программы biondication tool kit, разработанной лабораторией биоиндикации КГУ им. К.Э. Циолковского [4].

Результаты расчетов коэффициентов асимметрии листовой пластинки дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) представлены на рисунке 2.

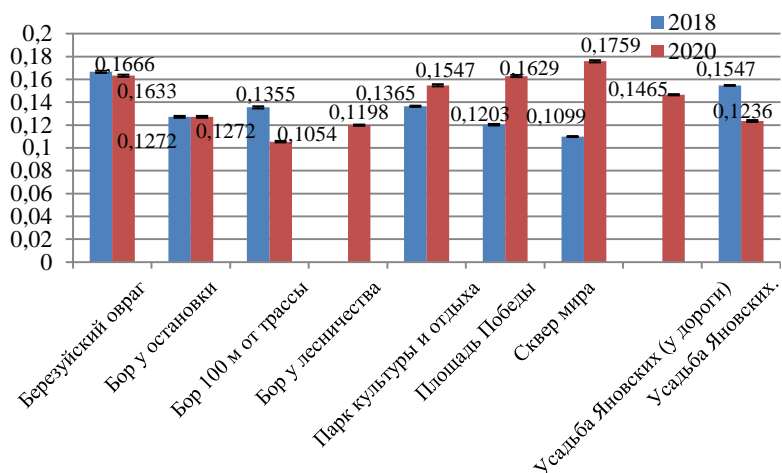


Рисунок 2 – Значения показателей флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в точках сбора в г. Калуге (по 5 признакам в комплексе)

На данном графике представлены классические расчеты флуктуирующей асимметрии по всем измеряемым признакам в комплексе. Далее попытаемся сопоставить полученные данные с расчётами по отдельным признакам листовой пластинки и сделаем попытку обнаружения корреляционных взаимосвязей между признаками.

Коэффициент асимметрии, рассчитанный по 1 признаку, представлен на рисунке 3. В целом полученные результаты флуктуирующей асимметрии варьируют в диапазоне от 0,0648 до 0,1439. Среднее значение составило  $0,1084 \pm 0,0080$ . На данном графике видно, что многие значения флуктуирующей асимметрии остались схожими в 2020 году с предыдущим периодом наблюдений. Это такие объекты, как Березуйский овраг, Парк

культуры и отдыха и усадьба Яновских (центральная часть), и в сравнении с 2018 годом пики совпадают с совокупными показателями по 5 признакам. Минимальные показатели также совпадают: это площадь Победы и сквер Мира.

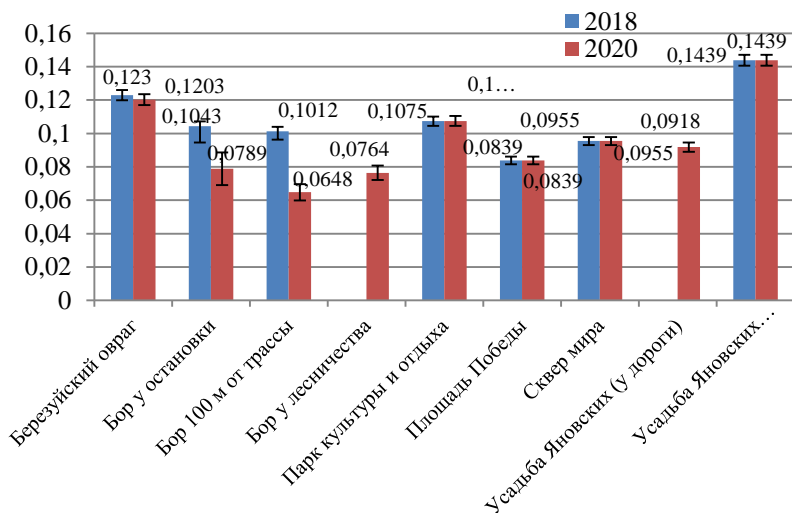


Рисунок 3 – По 1 признаку (ширина левой и правой половинок листа)

Показатель коэффициента асимметрии в месте сбора в Бору у остановки имеет высокое значение. Это можно объяснить тем, что признак 1 может быть чувствителен к загрязнению автотранспортом. Картина в 2020 году имеет сходные черты с 2018 годом. Совпадают основные пики, например, значения в Березуйском овраге совпадают как по 1 признаку, так и по 5 за все периоды наблюдений. Результаты, полученные в Бору, имеют сходные тенденции с оценкой по 5 признакам в этом же году и более низкие значения, что может указывать на положительную динамику здоровья среды с 2018 годом.

Эти данные позволяют использовать оценку здоровья среды по первому признаку наряду с оценкой по 5 признакам [1]. Среднее значение асимметрии по признаку 2 составляет  $0,1577 \pm 0,0102$ , результаты расчета представлены на рисунке 4, по 2 признаку (Расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа):

Во всех точках на данном графике в 2020 отмечается снижение показателей по сравнению с 2018 годом. Возможно предположить, что данные

изменения связаны с режимом самоизоляции. В период самоизоляции отмечено снижение содержания в воздухе взвешенных частиц и углекислого газа. Возможно, данный признак оказался чувствителен к данным загрязнителям. Графическое выражение данного признака в 2018 году сходно с графическим выражением асимметрии по 5 признакам и с графическим выражением коэффициента асимметрии по 1 признаку.

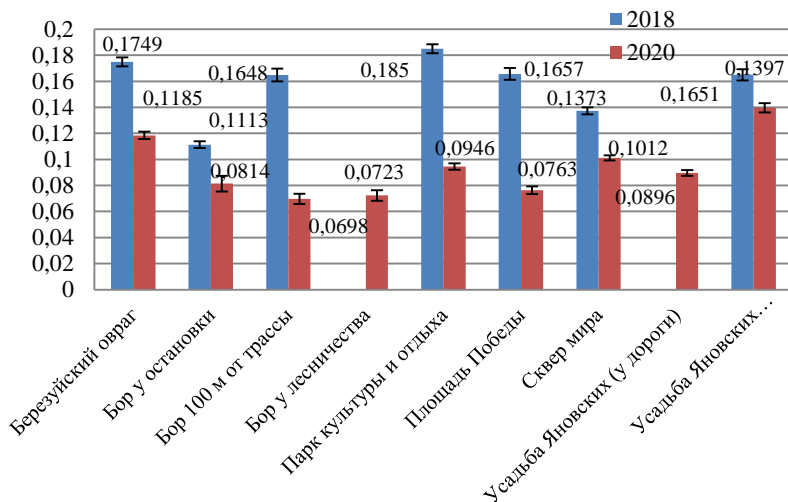


Рисунок 4 – Расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа

На рис.5 показаны измерения по 3 признаку. В целом полученные результаты флуктуирующей асимметрии по 3 признаку варьируют в диапазоне от 0,0866 до 0,1795. Среднее значение асимметрии по 3 признаку составляет  $0,1624 \pm 0,0055$ . Мы видим значительное снижение показателя асимметрии в 2020 году, можно предположить тенденцию к чувствительности к автомобильному загрязнению атмосферы, которое было снижено в период самоизоляции. При сравнении между собой точек этого периода наблюдений чувствительность к автомобильному загрязнению подтверждается. Так в Бору в 100 м от трассы показатели выше, чем в глубине массива у лесничества. В Усадьбе Яновских также показатели коэффициента асимметрии точки у дороги (Терепецкое кольцо) имеют более высокие показатели, чем в глубине парка.

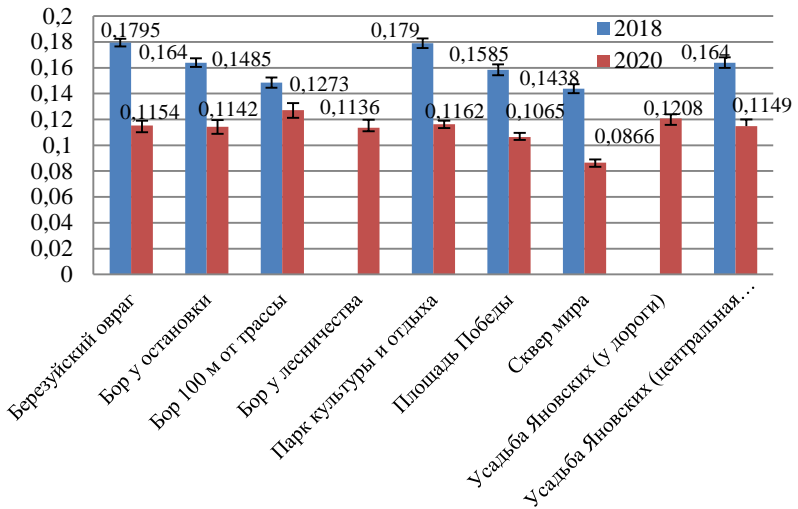


Рисунок 5 – Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка

На рис. 6 мы определяем 4 признак. В целом полученные результаты флуктуирующей асимметрии по 4 признаку варьируют в диапазоне от 0,0865 до 0,1695. Среднее значение показателей по 4 признаку составляет  $0,1302 \pm 0,0136$ . Результаты 2018 года по данному признаку не отражают общую тенденцию. Максимумы достигли значения в Березуйском овраге, в Бору у остановки и в 100 метров от трассы. В 2020 году флуктуации асимметрии незначительны, поэтому неинформативны. В целом оценка флуктуирующей асимметрии по 4 признаку не рекомендуется нами для экспресс-оценки здоровья среды из-за неинформативности и существенных отличий от результатов, полученных при расчёте по другим параметрам.

По рис.7 мы определяли измерения по 5 признаку: Полученные результаты флуктуирующей асимметрии по 5 признаку варьируют в диапазоне от 0,0769 до 0,1595. Среднее значение асимметрии по 5 признаку составляет  $0,1216 \pm 0,0134$ . Максимальное значение в 2018 году достигает площадь Победы, минимальное – в сквере Мира.

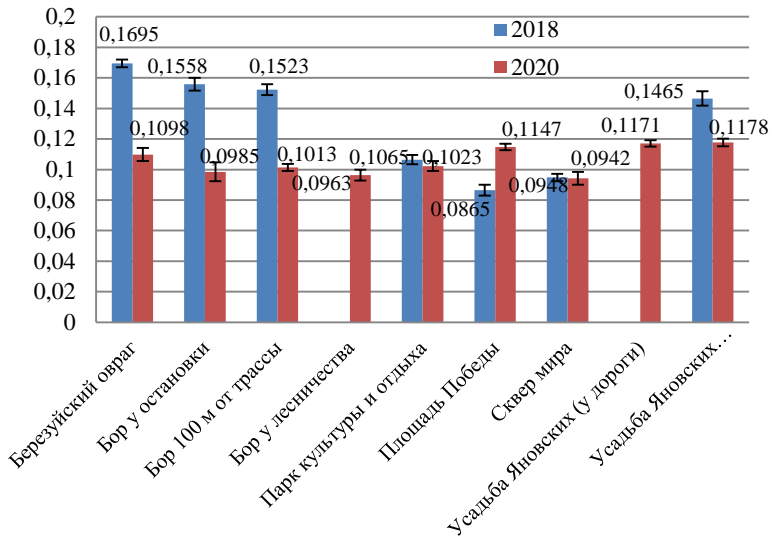


Рисунок 6 – Расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка

В 2018 г. данный признак не отражает общую тенденцию в сравнении с остальными признаками. В 2020 году тоже можно видеть, что графическое сходство с остальными признаками не замечено. Максимальные значения флуктуирующей асимметрии отмечены в Парке культуры и отдыха и в Березуйском овраге. Минимальное значение асимметрии наблюдается на Площади Победы. В целом данные флуктуирующей асимметрии данного признака не рекомендуются для оценки здоровья среды, поскольку полученные по нему результаты не сопоставимы с показателями, полученными по другим признакам.

Мы использовали корреляцию по Спирмену для анализа взаимосвязи средней величины признаков. Корреляция между признаками за 2018 год не достигает уровня статистической значимости. Можно предположить, что данные признаки зависимы от одних и тех же условий и факторов. В корреляции между признаками в 2020 г. обнаружена статистически значимая корреляция между признаком 1 и признаком 2. Результаты вычислений 2020 г.: обнаружена статистически значимая корреляционная связь между признаками 1 – шириной листовой пластинки и 2 – расстоянием от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа на уровне 0,967 (при  $p \geq 0,05$ ). Между другими признаками корреляция не найдена.

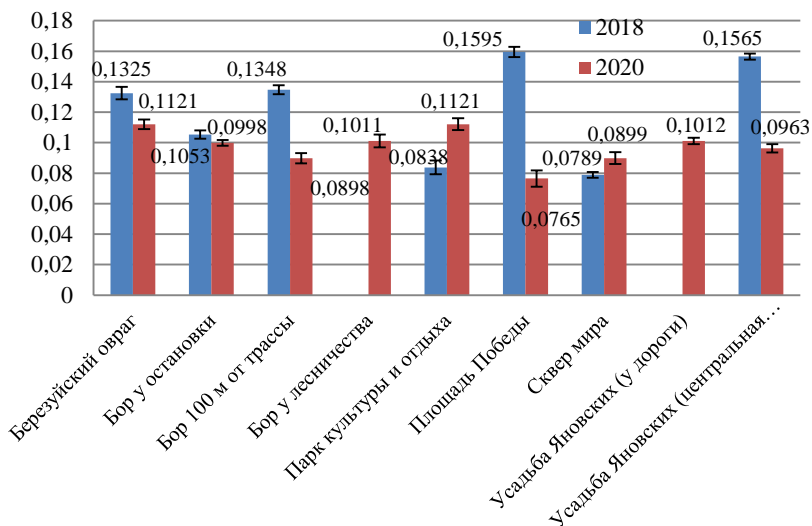


Рисунок 7 – Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилок второго порядка

Таким образом, для оценки здоровья среды мы рекомендуем использовать 1 и 2 признака наряду с расчётами флуктуирующей асимметрии листовой пластинки дуба черешчатого по всем признакам в комплексе.

#### *Список литературы:*

1. Луговская, Л.А., Землякова, А.В., Межова, Л.А., Луговской; А.М. Оценка комфортности среды по флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (*Quercus robur* L) // Научные ведомости БГУ. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 18(239). – С. 87-94.
2. Шарафутдинова, М.С., Харитонцев, Б.С. Особенности флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа популяций *tilia cordata* l. в условиях юга тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2015. – Т. 1. – № 2. – С. 129-135.
3. Гераськина, Н.П. Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории национального парка "Орловское Полесье" // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18. – № 3. – С. 240-244.

4. Здоровье среды (школьный практикум): региональное учебно-методическое пособие / Стрельцов А.Б., Константинов Е.Л., Захаров В.М. и др. – Калуга: Издательство КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2006. – 40 с.

УДК 379.85

**К вопросу об обеспечении безопасности детского отдыха  
в различных ситуациях**

**И.В. Зайцева**

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

В статье представлены основные формы организации отдыха детей и их оздоровления, рассмотрены некоторые виды опасных ситуаций во время активного отдыха детей на природе и безопасное поведение при их возникновении. Перечислены неблагоприятные и опасные метеорологические явления и описаны некоторые опасные ситуации во время активного отдыха на природе, характерные для Калужского региона; представлены алгоритмы действий для недопущения или снижения вероятности возникновения серьезных последствий для здоровья и жизни детей при возникновении объективных опасностей.

*Ключевые слова:* отдых детей, оздоровление, основные формы организации отдыха детей и оздоровления, опасная ситуация, безопасное поведение.

**On the issue of ensuring the safety of children's recreation  
in various situations**

**I.V. Seitseva**

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

The article presents the main forms of recreation of children and their recovery, considers some types of dangerous situations during the active recreation of children in nature and safe behavior when they occur. Unfavorable and dangerous weather events are listed and some dangerous situations during outdoor activities are described, typical of the Kaluga region; algorithms of action to prevent or reduce the likelihood of serious consequences for children's health and life in case of objective dangers are presented.

*Keywords:* children's rest, recovery, basic forms of children's recreation and recovery, dangerous situation, safe behavior.

Сегодня как никогда важно заполнить социальную нишу потребностей детей в развивающем и творческом досуге. Грамотно организованный досуг – это в первую очередь профилактика правонарушений и бездуховности, эмоциональной бедности и интеллектуальной ограниченности, отдых и оздоровление. В законодательстве Российской Федерации определено, что каждый ребенок имеет право на отдых и оздоровление, которые направлены на то, чтобы укрепить здоровье ребенка, повысить его иммунитет, сопротивляемость организма к заболеваниям.

Отдых детей и их оздоровление – совокупность мероприятий, обеспечивающих развитие творческого потенциала детей, охрану и укрепление их здоровья, профилактику заболеваний у детей, занятие их физической культурой, спортом и туризмом, формирование у детей навыков здорового образа жизни, соблюдение ими режима питания и жизнедеятельности в благоприятной окружающей среде при выполнении санитарно-гигиенических и санитарно-эпидемиологических требований.

В связи с этим важную роль в системе организации досуга играют основные формы организации отдыха детей и их оздоровления:

- детские оздоровительные лагеря (загородные оздоровительные лагеря, лагеря дневного пребывания и другие);

- специализированные (профильные) лагеря (спортивно-оздоровительные лагеря, оборонно-спортивные лагеря, туристические лагеря, лагеря труда и отдыха, эколого-биологические лагеря, технические лагеря, краеведческие и другие лагеря);

- иные организации специализированных типов независимо от организационно-правовых форм и форм собственности, основная деятельность которых направлена на реализацию услуг по обеспечению отдыха детей и их оздоровления.

Они являются не только местом отдыха, оздоровления и коммуникаций, но и решают важные социальные задачи в области духовного и патриотического воспитания подрастающего поколения.

В соответствии с действующим законодательством ответственность за обеспечение условий, гарантирующих охрану и укрепление здоровья детей, несут должностные лица соответствующей организации и в первую очередь – ее руководитель. Однако соответствующие приказы – о противопожарном режиме, о проведении массовых мероприятий, о назначении ответственных за соблюдение требований противопожарной безопасности и техники безопасности в конкретных помещениях и ситуациях – возлагаются персонально на работников соответствующих учреждений.



Главная задача человека при попадании в опасную ситуацию – выжить. Под выживанием понимают активные, разумные действия, направленные на сохранение жизни, здоровья и работоспособности. Например, собираясь в поход на природу, необходимо быть готовым преодолеть психологический стресс, проявить изобретательность, находчивость, эффективно использовать снаряжение и подручные средства для защиты от неблагоприятного воздействия факторов природной среды или других источников опасности.

Далее, более подробно рассмотрим некоторые виды опасных ситуаций во время активного отдыха детей на природе и безопасное поведение при их возникновении. При попадании человека в опасную ситуацию во время активного отдыха на природе сохранение его жизни и здоровья во многом зависит от того, как человек воспринимает эту ситуацию и насколько он подготовлен к встрече с ней, вынослив и умел. Помогают в этом, конечно, имеющиеся знания: (знание правил оказания ПП при (ожоге, повреждениях опорно-двигательного аппарата, кровотечении, отравлении, укусах опасных насекомых и т.д.), знание правил безопасного поведения при (лесных пожарах, перемещении на разных видах транспорта, отдыхе на воде и т.д.), профессиональные навыки (по защите от неблагоприятных погодных условий), наличие материальных средств (аптечка, нож, карта и т.д.).

По природе и роли человека в возникновении опасной ситуации при активном отдыхе на природе выделяют субъективные опасности (вызванные неправильными действиями людей) и объективные опасности (обусловленные природными условиями). Примерами субъективных опасностей являются:

- переоценка возможностей, слабая подготовка организаторов или инструкторов, недостаток опыта и подготовки, неорганизованность, недисциплинированность;

- несовершенство организации мероприятия, недостаточная работа по профилактике несчастных случаев; неудовлетворительный медицинский контроль состояния здоровья;

- недооценка трудностей маршрута, природные особенности региона, сложный рельеф с естественными препятствиями (крутые склоны, лед, обвалы, снежные лавины, бурные реки, пороги, завалы);

- недостатки материально-технического обеспечения, качество снаряжения, несоответствие снаряжения, питания, медикаментов, ремнабора конкретным условиям путешествия и намеченному маршруту, потеря снаряжения на маршруте.

Примерами объективных опасностей являются:

– неблагоприятная гидрометеорологическая обстановка: пыльные бури, резкие колебания температуры воздуха, аномально-низкая или аномально-высокая температура воздуха, грозы, сильные и /или продолжительные осадки и т.д.;

– опасность нападения насекомых и диких животных, встреча с хищными животными, укусы змей, укусы насекомых.

Говоря о субъективных опасных ситуациях, возможных во время активного отдыха на природе, стоит отметить, что человек способен полностью исключить все факторы риска и обезопасить свою жизнь и здоровье. Для этого необходимо тщательно подготовиться к выходу на природу, спланировать маршрут и провести все организационные мероприятия, а во время самого отдыха на природе необходимо соблюдать все правила безопасного поведения, осознавая ответственность за свою жизнь и здоровье и окружающих людей.

Если же рассматривать объективные опасные ситуации, то их возникновение невозможно исключить, к ним необходимо всегда быть готовым: заранее изучить климатические условия выбранного района; узнать о том, какие животные, насекомые, змеи обитают в данной местности, подготовить средства защиты и снаряжение. Необходимо морально быть готовым к возникновению каких-либо опасных ситуаций, чтобы трудности не застали человека врасплох. Нельзя впадать в панику, нужно победить в себе страх, контролировать свои эмоции и действия. Следует помнить, что человек, умеющий сохранять самообладание, имеет больше шансов выжить в опасной ситуации.

Рассмотрим некоторые опасные ситуации во время активного отдыха на природе, характерные для Калужского региона. Территория Калужской области относится к наиболее благоприятной по суровости природных условий из всех районов Российской Федерации и представляет огромный интерес для любителей активного отдыха в природных условиях. Наиболее благоприятный для отдыха на природе период начинается в конце мая и заканчивается в сентябре. Исходя из географического положения и климатических условий, в области не прогнозируются катастрофические явления, однако ее территория подвержена воздействию почти всех опасных природных явлений и процессов геологического, гидрологического и метеорологического происхождения [1, с. 68].

Погода по сезонам в нашей местности неустойчивая, часто происходит резкое изменение температур. Особенностью климата Калужского региона являются частые весенние заморозки, а также чередование жаркого сухого и холодного влажного лета. На территории Калужской области опасные

ситуации могут вызывать такие циклические природные явления, как весеннее половодье и лесоторфяные пожары, а также опасные гидрометеорологические явления (шквалистый ветер, смерчи, сильный дождь (ливень), ледяные дожди, аномальные морозы, сильный снегопад и снежные заносы, сильный гололед, аномальная жара, грозы, крупный град, плотный туман, комплекс неблагоприятных явлений, особенно в осенне-зимний период [1, с. 71-72].

Опасные ситуации при активном отдыхе на природе напрямую зависят от того, какой вид активного отдыха был выбран. Например, во время путешествия на велосипедах по пересеченной местности может произойти падение и получение травмы или во время прогулки на лыжах в лесу может произойти обморожение.

На случай холодной дождливой погоды летом необходимы лыжная куртка, свитер и непромокаемая накидка (легкий плащ). Обувь должна быть прочной, разношенной по ноге, с невысоким каблуком. Зимой наиболее подходят лыжные ботинки, толстая подошва которых и удобный покрой предохраняют ногу от ушибов и мозолей, а в летний период – кеды с толстыми войлочными стельками. Поверх хлопчатобумажных носков рекомендуется надевать толстые шерстяные носки. Для путешествия по лесам необходимо иметь специальную защиту от насекомых, от клещей – репелленты, москитные сетки и так далее.

Особую опасность в пешеходных путешествиях представляют болота. Если обойти болото нет возможности, то необходимо передвигаться гуськом, соблюдая правило "след в след", выбирать дорогу по корневищам кустарников, по кочкам. Равнинные реки Калужской области практически не представляют трудностей для прохождения, так как чаще их можно пересечь через мост или другую переправу, небольшие речки имеют броды. Серьезным препятствием могут стать реки, которые переполнены после половодья и/или паводка. В лесах нередко можно натолкнуться на буреломы и завалы. Проходить через них приходится с помощью топора, вырубая путь. При спусках по холмам и речным склонам необходимы осторожность и дисциплина. Ни в коем случае нельзя спускаться по склонам бегом.

Лучшим временем для водных путешествий считается период с июня по август. Собираясь в водное путешествие, необходимо подготовить следующую экипировку и инвентарь: ремнабор для починки судна, куски клеенки, непромокаемые мешки для упаковки продуктов и одежды, навес из брезента для защиты от дождя, резиновую обувь, перчатки или рукавицы для защиты от мозолей, надувные резиновые круги или подушки на сиденья,

прочные веревки. Для защиты от солнца нужны головной убор с полями или козырьком и темные очки.

Планируя отправиться на природу в зимний период, необходимо иметь при себе в ветреную погоду и снегопад – штормовой костюм из плащ-палатки/тонкого брезента; теплую куртку, хранящуюся под клапаном рюкзака и используемую на остановках; маска, которая предохраняет лицо от обмороживания; головной убор – шерстяная шапка, на привалах и ночевках надевается шапка-ушанка; рукавицы – меховые, обшитые брезентом, шерстяные перчатки или варежки; обувь – теплые ботинки, стельки из войлока (несколько пар), на привале – валенки; необходимо следить, чтобы одежда была своевременно просушена и отремонтирована.

Организовывать ночлеги рекомендуется в населенных пунктах. Но если ночлег планируется в лесу, то очень важно правильно его организовать. Останавливаться на ночлег следует за 1,5-2 часа до наступления темноты (под прикрытием леса, на берегу реки или ручья).

Собираясь на природу, следует помнить, что в Калужской области нередки такие явления, как весенние палы травы, лесные и торфяные пожары. Сезон природных пожаров начинается весной, в апреле и заканчивается в октябре [2, с. 12]. Следует заранее изучить район путешествия, чтобы огонь не застал врасплох. Следует также изучить правила безопасного поведения при природных пожарах и алгоритм действий при попадании в огненное кольцо. Необходимо соблюдать все правила пожарной безопасности при выборе места разведения костра, во время его разведения, при тушении костра и так далее, чтобы не стать инициатором пожара.

Таким образом, можно сделать вывод, что обученность действиям в опасных ситуациях во время активного отдыха на природе – основополагающий фактор сохранения своей жизни и здоровья, а также жизни и здоровья окружающих людей.

#### *Список литературы:*

1. Зайцева, И.В. Распределение опасных метеорологических явлений на территории Калужского региона за период с 2013 по 2017 год // Вестник Калужского университета. – Калуга: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2020. – № 1. – С. 68-72.
2. Обзор техногенных и природных рисков на территории Калужской области в свете решения задач предупреждения чрезвычайных ситуаций: материалы I региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы мониторинга и прогнозирования природных и техногенных чрезвычайных ситуаций». – Калуга: Эйдос, 2012. – С. 9-21.

УДК 574.22 + 574.472+574.38

**Азиатский полупалый геккон *Hemidactylus frenatus* (schlegel, 1836) (reptilia, sauria, gekkonidae) как перспективный вид для изучения в городах Юго-Восточной Азии**

**Е.Л. Константинов, О.Ю. Булдова**

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

В статье представлена информация изученности вида домашних гекконов *Hemidactylus frenatus*. Сделан обзор основных направлений изучения данного вида в городских условиях. Описаны основные причины конкурентного преимущества *H. frenatus* относительно других видов. Обоснована актуальность изучения данного вида на территории Юго-Восточной Азии.

*Ключевые слова:* *Hemidactylus frenatus*, домашние гекконы, Юго-Восточная Азия, синантропные виды.

**South Asian House Gecko *Hemidactylus. frenatus* (schlegel, 1836) (reptilia, sauria, gekkonidae) as a promising species for study in the cities of Southeast Asia**

**E.L. Konstantinov, O.Yu. Buldova**

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

The article provides information on the study of the species of house geckos *Hemidactylus frenatus*. An overview of the main directions of studying this species in urban conditions is made. The main reasons for the competitive advantage of *H. frenatus* relative to other species are described. The urgency of studying this species in the territory of Southeast Asia has been substantiated.

*Keywords:* *Hemidactylus frenatus*, house geckos, Southeast Asia, synanthropic species.

Более 70 видов обширного рода гекконов (*Hemidactylus*) широко распространены в странах Юго-Восточной Азии, Африки, тропической Америки, на многих океанических островах и в Южной Европе. Вместе с представителями некоторых других родов (*Lygodactylus*, *Lepidodactylus*, *Hemiphilodactylus*, *Gehyra* и др.) они образуют своеобразную группу так называемых «домовых гекконов», являющихся неизменными спутниками человека в тропиках [1].

Данный комплекс видов рассматривается нами как модельный. Это определяется такими особенностями, как: широкое распространение,

обитание в городских условиях, встречаемость различных видов и родов на общей территории. *Hemidactylus frenatus* является одним из наиболее интересных и малоизученных видов в городской среде.

*H. frenatus* широко распространен в тропиках и субтропиках. Этот вид обитает на большой территории Азии, простираясь от Южной Индии до Индонезии. Несмотря на то, что *H. frenatus* в большей части распространен на территории Юго-Восточной Азии, недавняя интродукция как преднамеренная, так и случайная, зарегистрирована на крайнем юге Соединенных Штатов Америки, в тропических и субтропических частях Австралии и в других странах Южной и Центральной Америки, Африки, Южной Азии и Ближнего Востока. Этот вид способен существовать в аналогичных местах и с другими видами *Hemidactylus* [6].

*H. frenatus* был описан в разные годы множеством исследователей, что говорит о достаточной часто встречаемости этого вида. Есть некоторые свидетельства того, что домовые гекконы могут конкурировать и, возможно, заменять местные виды гекконов, особенно в городах. Однако масштабы и значимость такой конкуренции в загородных средах обитания требуют дальнейшего изучения [7].

При проведении исследований в крупных городах на территории Лаоса, Камбоджи, Таиланда и Вьетнама нами ранее было обнаружено 7 видов Gekkonidae, относящихся к 4 родам: *Hemidactylus*, *Gehyra*, *Gekko* и *Dixonius*. Все достаточно стабильно встречаются в городских условиях, хотя встречаемость в разных биотопах отдельных родов существенно меняется.

Самым распространенным является *Hemidactylus platyurus* SCHNEIDER, 1792 – 58% составляет его средняя численность в сборах. (от 36,5 до 96,4 %). Один из самых изученных видов, относительно *H. frenatus* - второй по численности в сборах – 37 %. Был отмечен в 78 % точек [3].

*H. frenatus* является одним из наиболее конкурентноспособных и агрессивных видов в своем роде. Это определяется рядом особенностей:

- имеет небольшой размер тела. Ему не удается вытеснить местные виды, более крупные, чем он сам.
- самцы *H. frenatus* демонстрирует более высокий уровень агрессии, чем самки других видов гекконов (особенно партеногенетические виды).
- самки, способные к размножению, демонстрируют повышенную конкурентоспособность по сравнению с партеногенетическими.

Эти различия дают конкурентное преимущество в городских условиях, которые преимущественно заселены данной группой видов, и особенно в условиях с высокой степенью фрагментации среды обитания. Интересно, что

*H. frenatus* сохраняет высокую плотность в популяциях даже после уменьшения плотности местных видов [4; 5].

Территория Юго-Восточной Азии – это перспективный малоизученный по городской герпетофауне и развивающийся в экономическом плане регион с контрастными уровнями урбанизированности городов, которые удобны в качестве «полигонов» для исследования процессов компенсации и приспособления биологических объектов, возможных микроэволюционных преобразований, изменений норм реакции, толерантности, адаптивных возможностей и диапазонов изменчивости видов фауны [2].

Несмотря на то, что *H. frenatus* наиболее массово и часто встречается на территории Юго-Восточной Азии, исследования этого вида в городской среде в этом районе практически не ведутся.

Интересным направлением является изучения полового диморфизма изучения городской герпетофауны, и в частности у домовых гекконов. Разные авторы отмечают тенденцию к усилению половых различий в островных популяциях рептилий, характеризующихся ограниченной площадью местообитаний и высокой плотностью. Это проявляется прежде всего в увеличении размеров и пропорций тела у самцов [8].

Экспериментально в естественных условиях на некрупных островах Багамского архипелага, манипулируя плотностью популяции *Anolis sagrei* и количеством хищников на каждом острове, авторы показали, что высокая плотность (и следовательно, острая конкуренция за ресурсы) ведет к избирательному выживанию самых крупных, длинноногих и сильных самцов [9]. Аналогичная тенденция обнаружена в популяциях, обитающих в неблагоприятных условиях среды. Так, в популяциях мышевидных грызунов [10] и земноводных отмечается значимое укрупнение размеров тела половозрелых животных с ростом урбанизации [11].

Диапазон variability морфологических показателей может свидетельствовать об экологической ригидности видов, не переносящих антропогенную трансформацию местообитаний (у таких видов он сужается) [11]. Таким образом, наиболее ярко половой диморфизм у *H. platyrus* выражен в популяции из Бангкока. Величина морфологической дистанции при сравнении самцов и самок убывает в ряду Бангкок (1.18) – Пномпень (0.91) – Вьентьян (0.71), причем меняется не только степень морфологической дифференциации, но и её структура, что согласуется с экологическим правилом дифференциации полов – в стабильной (оптимальной) среде, когда нет необходимости ничего менять, эволюционная пластичность минимальна, выраженность полового диморфизма становится чётче в неблагоприятных

условиях среды, где требуется более высокая эволюционная пластичность популяции [12; 13; 14; 15].

*Список литературы:*

1. Банников, А.Г., Даревский, И.С., Денисова, М.Н. Жизнь животных. Земноводные. Пресмыкающиеся. – Т.5. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1985. – С. 174.
2. Годлевская, Е., Вишневыский, Д., Атамась, Н. Синантропизация фауны: вопросы терминологии // Фауна в антропогенном ландшафте. – 2006. – Вып. 8. – С. 6-13.
3. Константинов, Е.Л., Чулисов, А.С., Разумовская, С.С. Дифференциация городской среды по распределению домовых гекконов в крупных городах Юго-Восточной Азии // Экология урбанизированных территорий. – 2013. – № 4. – С. 112-115.
4. Кук, Р.А. Расширение ареала обитания дарвиновского геккона *Hemidactylus frenatus* // Герпетофауна. – 1990. – № 20(1). – С. 23-27.
5. Норман, Б.Р. Новый географический рекорд для интродуцированного домашнего геккона, *Hemidactylus frenatus*, в Кабо-Сан-Лукас, Южная Нижняя Калифорния, Мексика, с примечаниями о других наблюдаемых видах // Бюллетень Чикагского герпетологического общества. 2003. – № 38(5). – С. 98-100.
6. Эдгрэн, Р.А. Заметки о неотропической популяции *Hemidactylus frenatus* // *Schlegel Natural History Miscellanea*. – 1950. – № 55. – С. 1-3.
7. Barton, D.P. Pentastomid Parasites of the Introduced Asian House Gecko, *Hemidactylus frenatus* (Gekkonidae), in Australia // *Comparative Parasitology*. – 2007. – № 74(2). – P.254-259.
8. Fitch, H.S. Sexual size differences in reptiles // *University of Kansas Publications of the Museum of Natural History*. – 1981. – № 70. – P. 1-72.
9. Calsbeek, R., Cox, R.M. Experimentally assessing the relative importance of predation and competition as agents of selection // *Nature*. – 2010. – Vol. 465. – P. 613-616.
10. Гливиц, И. Исследование пресса синурбизации животных на примере городских популяций // *Studia Geographica*. – 1980. – Vol. 71. – N 1. – P. 121-132.
11. Вершинин, В.Л. Экология города: учебное пособие / 2-е изд. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 88 с.



12. Геодакян, В.А. Эволюционная логика дифференциации полов в филогенезе и онтогенезе: автореф. дис. ... доктр. биол. наук. – М., 1987. – 36 с.
13. Булахова, Н.А. Ящерицы (Reptilia, Squamata, Lacertidae) юго-востока Западной Сибири (география, экология, морфология): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2004. – 27 с.
14. Симонов, Е.П. Анализ полового диморфизма прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) из разных природных зон юга западной Сибири // Современная герпетология. – 2008. – Т. 8. – №. 1. – С. 39-49.
15. Chulisov, A.S., Konstantinov, E.L., Vongsa, T. Patterns of sexual dimorphism in the flat-tailed house gecko *Hemidactylus platyurus* (schneider, 1797) (Reptilia, Sauria, Gekkonidae) on the territory of large cities of South-East Asia (Vientiane, Phnom Penh, Bangkok) // Russian Journal of Herpetology. – 2019. – Vol. 26. – No. 1. – P. 23-28.

**Проектная деятельность по биологии в подготовке магистров  
естественно-научного образования**

**Л.П. Лисовская, Т.В. Ивченко**

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

В настоящей статье показаны возможности технологии проектной деятельности в процессе профессиональной подготовки магистров по программе 44.04.01 «Естественно-научное образование» в рамках курсов «Проектирование содержания и технологий обучения биологии в условиях современной информационной среды», «Педагогические технологии в естественно-научном образовании», «Организация научно-исследовательской и проектной деятельности в естественно-научном образовании». В статье описаны основы и сущность технологии проектной деятельности, методологические принципы ее организации, значение для формирования профессиональных компетенций будущих магистров.

*Ключевые слова:* технологии проектной деятельности, подготовка магистров, программа «Естественнонаучное образование», ФГОС ВО 3++, ФГОС СОО, профессиональная компетентность.

**Project activities in biology in the preparation of masters of  
natural science education**

**L.P. Lisovskaia, T.V. Ivchenko**

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

This article shows the possibilities of the technology of project activities in the process of professional training of masters under the program 44.04.01 "Natural science education" within the framework of the courses "Designing the content and technologies of teaching biology in a modern information environment", "Pedagogical technologies in natural science education", "Organization of scientific-research and project activities in natural science education ". The article describes the foundations and essence of the technology of project activities, the methodological principles of its organization, the importance for the formation of professional competencies of future masters.

*Keywords:* technologies of project activities, preparation of masters, program "Natural science education", FGOS VO 3 ++, FGOS SOO, professional competence.

Реализации проектной деятельности в средней и высшей школе посвящено немало статей в педагогических и методических изданиях. Почему же проектная деятельность, несмотря на некоторые сложности с ее внедрением, является такой популярной в современном образовании, в частности и биологическом? Какими профессиональными компетенциями должен обладать педагог, способный научить учащихся основам проектной деятельности, проявлять творческий подход при выполнении проектной работы? На эти вопросы мы постарались ответить в этой статье.

Выбор интерактивных форм обучения, в том числе использование различных педагогических технологий и совершенствование методической подготовки студентов–бакалавров, – актуальный вопрос в средней и высшей школе. Внедрение системно-деятельностного подхода и принципа технологичности в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (далее – ФГОС ВО) и Федеральных государственных образовательных стандартах среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) – одно из важнейших направлений совершенствования профессиональной подготовки учителей-бакалавров. Продолжат они своё обучение на следующей ступени в магистратуре.

Особую значимость она приобретает в настоящее время, в Год науки и технологий, как предложил назвать 2021 год Президент России. Реализация требований к образовательным программам указанных ФГОС СОО направлена на формирование совокупности «личностных, предметных и метапредметных результатов – универсальных учебных действий» (далее – УУД), обеспечивающих «умение учиться» на основе привлечения учащихся к учебно-исследовательской деятельности, самостоятельного получения информации, умений структурировать материал, доказывать, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, использовать речевые средства для дискуссии, творчески мыслить, находить грамотные решения в постоянно меняющихся условиях современного мира.

Качественное обновление содержания образования требует от обучающихся в школе, студентов-бакалавров вузов и магистров естественно-научного образования владеть всей палитрой процессуальных умений и навыков: развивать способность оперировать информацией, творчески решать проблемы науки и практики с акцентом на индивидуальные образовательные маршруты и максимальное использование новых педагогических технологий в условиях современной информационной среды.

Анализируя результаты международных мониторинговых исследований – PISA-2018 и TIMSS-2019, – отметим, что показатели качества сформированности предметных и метапредметных компетенций учащихся

старшей школы в области естествознания значительно ниже по сравнению с младшей школой. Можно предположить, что негативным фактором стали изменения в системе образования последних лет, которые стимулируют учащихся, скорее, запоминать и действовать по образцу, а не мыслить критически, анализировать, сравнивать, проектировать, экспериментировать. Речь идет, например, о широком распространении Всероссийских проверочных работ и мониторингов, заучивании ключей ответов ЕГЭ.

С введением в 2020/2021 учебном году в старшую школу новых ФГОС СОО и Учебных планов профильного (углубленного) изучения отдельных предметов остро возникает проблема поиска универсальных педагогов, обладающих необходимой качественной профессиональной подготовкой и отлично владеющих системой научных знаний и практических исследовательских умений на ступени бакалавриата и, далее, окончив магистратуру по программе «Естественно-научное образование», способных обучать учащихся предметам естественно-научного цикла на углубленном уровне.

С 2021/2022 учебного года в Калужском государственном университете им. К.Э. Циолковского планируется набор студентов в заочную магистратуру по программе 44.04.01 «Естественно-научное образование», обучение составляет 2,5 года. По окончании обучения у выпускника-магистра должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, установленные образовательной программой магистратуры:

- способность проектировать и проводить научное исследование проблем в профессиональной области;
- способность проектировать и решать профессиональные задачи при организации работы по достижению предметных, метапредметных и личностных результатов;
- способность применять современные методики и технологии организации образовательной деятельности, диагностики и оценивания качества образовательного процесса по образовательным программам.

Введение подобных компетенций во ФГОС ВО 3++ позволит решить проблему нехватки кадров для качественного обучения на углубленном уровне школьным учебным предметам естественно-научного цикла, в университетских профильных классах, учебных заведениях среднего и высшего профессионального образования.

В процессе профессиональной подготовки магистров по программе «Естественно-научное образование» при освоении курсов «Проектирование содержания и технологий обучения биологии, (химии, географии) в условиях современной информационной среды», «Педагогические технологии в

естественно-научном образовании», «Проектирование содержания элективных курсов на основе достижений естественных наук», «Проектирование образовательных программ профильного обучения биологии, химии, географии», «Организация научно-исследовательской и проектной деятельности в естественно-научном образовании» большое внимание уделено технологии проектного обучения, что отражено и в названиях изучаемых дисциплин.

Согласно требованиям ФГОС СОО третьего поколения обязательным условием реализации образовательных программ является осуществление проектной деятельности учащихся на старшей ступени обучения: «... индивидуальный предметный или межпредметный проект представляет собой особую форму организации деятельности учащихся и выполняется в течение отведенного учебным планом учебного времени и должен быть представлен в виде завершённого учебного исследования» [2].

В образовательном процессе школы постепенно внедряли технологию проектной деятельности. Далеко не во всех школах г. Калуги и Калужской области обучающиеся 9-11 классов были обязаны выполнять проект до 2019/2020 учебного года. С этого года появилось понятие «индивидуальный итоговый проект». ФГОС третьего поколения, который разрабатывался с 2020 по 2021 год, имеется ряд ключевых особенностей и уточнений: о необходимости приобретения опыта проектной деятельности выделено не только в общих требованиях к итогам реализации ФГОС, но и в предметных результатах, т. е. обучающиеся должны уметь планировать учебное исследование или проектную работу с учетом поставленной цели, формулировать проблему, гипотезу и ставить задачи исследования, «...выбирать адекватно поставленной цели методы, делать выводы по результатам исследования или проектной деятельности» [3].

Изучение опыта учителей школ города Калуги, методических статей учителей России, посвящённых реализации проектной деятельности и размещённых в свободном доступе на порталах Infourok, Nsportal, а также личный опыт показывают, что при выполнении проектов существуют определенные сложности. В частности, отсутствие сформированных регулятивных УУД: целеполагание, формулировка задач, гипотезы, планирование, волевая саморегуляция, оценивание, определение проблемы и продукта своей работы, что связано с неимением ранее опыта проектной деятельности. Следовательно, в профессиональной методической и теоретической подготовке магистров по программе «Естественно-научное образование» технологии проектной деятельности необходимо уделить особое внимание. Проект представляет собой совокупность определенных

действий обучающихся, направленных на решение проблемы, оформленной в виде конечного продукта.

При изучении дисциплин «Педагогические технологии в естественнонаучном образовании» и «Проектирование содержания и технологий обучения биологии в условиях современной информационной среды» на лекционных занятиях планируется изучить методологические основы, сущность, историю внедрения проектной деятельности в систему биологического образования в средней и высшей школе. Изучая историю проектов, показать, что основоположником проектного метода в России по праву считается Станислав Теофилович Шацкий, который с 1905 года активно использовал метод просветительских проектов в своей педагогической деятельности. Современная технология проектов предполагает сочетание исследовательского и проблемного методов обучения, направленных на развитие творческих способностей учащихся.

Магистрантам предлагается разработать групповые проекты, например, «Проектная деятельность обучающихся старшей школы в свете ФГОС СОО», «Проектная и исследовательская деятельность учащихся», «Опыт учителей России и г. Калуги по реализации технологии проектов», «Междисциплинарные проекты: физика и биология вокруг нас», в ходе выполнения которых выясняются концептуальные основы технологии проектов, их отличия от исследовательской деятельности, определяются требования к выполнению проектов, их значение в формировании предметных и метапредметных компетенций. Студенты этой же группы по их собственному желанию выполняют роль научных руководителей, оказывают методическую помощь и контролируют работу над проектами. На практических занятиях в следующем семестре планируется защита проектов.

Кроме того, в качестве формы текущего контроля используются тестовые задания с выбором одного и нескольких верных ответов на установление последовательности этапов проектной работы.

Приведем примеры: Задание 1. Установить последовательность этапов выполнения учащимися проектной работы:

А) проверка гипотезы Б) проведение эксперимента В) определение методов исследования Г) результаты и выводы, Д) гипотеза Е) продукт работы Ж) анализ литературы З) целеполагание.

Задание 2 – Соотнесите вид проекта и цели

| <b>Творческий проект</b> | <b>Привлечение интереса публики к проблеме проекта</b> |
|--------------------------|--|
| Исследовательский проект | Сбор информации о каком-либо объекте или явлении       |
| Практико-ориентированный | Доказательство или опровержение какой-либо гипотезы    |
| Информационный проект    | Решение практических задач заказчика проекта           |

Задание 3. Многие педагоги представляют проект как 5П: Проект (5П) = Проблема – План – Поиск информации – Продукт – Презентация [2, с. 64]. Объясните каждое звено из 5-ти П.

На практических занятиях дисциплины «Проектирование содержания и технологий обучения биологии в условиях современной информационной среды» запланировано выполнение уроков с мини-проектами. Магистры проектируют (уроки-проекты) по разделу «Общая биология. 10-11 классы» предметной линии «Линия жизни» программа В.В. Пасечника, «Биология. Биологические системы. 10-11 классы» программа В.В. Теремова, Р.А. Петросовой, «Биология. 10-11 классы» программа П.Н. Бородина, Г.М. Дымшица углубленный уровень изучения по темам «Клеточные структуры и их функции», «Мейоз», «Онтогенез», «Модификационная изменчивость», «Методы генетики человека», «Возникновение жизни на Земле». На заседаниях круглого стола, установочных конференциях и др. разнообразных формах практических занятий обсуждаются цели мини-проектов, выясняются противоречия и проблемные ситуации, предлагаются возможные варианты исследования, их сравнение, выбор, обрабатываются результаты и формулируются выводы.

Для формирования готовности будущих магистров использовать теоретические знания и практические методы проектирования образовательных проектов и программ разработан курс «Организация научно-исследовательской и проектной деятельности в естественно-научном образовании», на занятиях которого, кроме изучения специфики технологии проектной деятельности, планируется выполнение тестовых, контрольных, проектных работ, направленных на формирование навыков решения проектных задач в конкретной ситуации педагогической деятельности. Примерная тематика контрольных и проектных работ:

1. Научное исследование и его характеристики.
2. Научная деятельность в высшем учебном заведении.

3. Метод проектов в России и в СССР.
4. Содержание обучения в вузе в системе проектной деятельности
5. Методы междисциплинарного исследования.
6. Теоретический и эмпирический уровни научного исследования.
7. Выпускная квалификационная работа, основные требования к ней.

Немаловажная роль в овладении методикой организации проектной деятельности в образовательном и воспитательном процессе отводится педагогическим практикам («Учебная (ознакомительная) практика, 1 семестр», «Производственная (педагогическая) практика» 4 семестр), которые магистранты должны будут проходить на базе средних общеобразовательных, средних профессиональных и высших учебных заведений, в частности и на кафедрах Института естествознания КГУ им. К.Э. Циолковского.

При прохождении производственной (педагогической) практики, будущие магистры не только реализуют профильное (углубленное) обучение биологии в 10-11-х классах по альтернативным образовательным программам, но оказывают методическую поддержку учащимся в выполнении проектной работы (определение целей и задач, постановка эксперимента, обработка результатов), при желании могут быть и руководителями проектов, с которыми можно участвовать на школьных, региональных и международных научных конференциях. Изучение опыта учителей России и г. Калуги показал, что в большинстве случаев процесс выполнения проектной работы повышает интерес обучающихся к биологии, а выступление учителя в роли тьютера способствует повышению самостоятельности обучающегося, но при этом позволяет осуществлять контроль над процессом обучения.

Тематика предлагаемых проектов в соответствии с программой УМК «Линия жизни» В.В. Пасечника для 10-11 классов:

1. Рефлекс – основа воспитания домашних животных;
2. Генная инженерия на службе человечества;
3. Биохимия и биофизика питания.
4. Вакцинирование: спасение или гибель?
5. Клонирование: за и против;
6. Влияние бактерий на продукты питания, обработка пищи;
7. Неизвестные тайны всех известных растений;
8. Влияние музыки на поведение человека;
9. Значение сна для юношей и девушек;
10. Леонардо да Винчи в естествознании.

Подобные темы были предложены учащимся 9-х классов нашими студентами-бакалаврами направления «Педагогическое образование», профиль «Биология и химия» на прошедших педагогических практиках.



Студенты вместе с учителями – руководителями проектов проводили консультации с учащимися, оказывали помощь при выполнении проектных работ, что стало хорошим опытом в приобретении навыков коллективной работы, сотрудничества и активной творческой деятельности и послужит хорошим стимулом для продолжения дальнейшего обучения в магистратуре по программе «Естественно-научное образование».

Такая система подготовки магистров направлена на активизацию самостоятельной работы, а также самообразование, которое, в свою очередь, является важнейшим средством формирования личных и профессиональных качеств человека. Для приобретения навыков проектирования необходимо научить студентов самостоятельно мыслить, находить и решать проблемы, используя интегрированные знания из разных областей. В процессе обучения важно сформировать умения магистров прогнозировать результаты проектной деятельности и возможные последствия разных вариантов решения, устанавливать причинно-следственные связи, проектировать и решать профессиональные задачи, направленные на формирование компетенций, выделенных в ФГОС ВО 3++.

*Список литературы:*

1. Зиангирова, Л.Ф. Развитие познавательной активности старшеклассников в процессе проектной деятельности [Электронный ресурс]: монография. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2015. – 163. – С. 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31944.html>.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования / Министерство образования и науки Российской Федерации. – М.: Просвещение, 2020. – 31 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 – педагогическое образование (квалификация (степень) «Бакалавр»), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2016 г. №91 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/440305.pdf>

# География и кадастры

УДК 379.85(075.8)

## Туристско-рекреационная система Калужской области

**О.И. Алейников**

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

Статья посвящена проблемам внутреннего туризма в Калужской области. В статье аргументированно даётся характеристика современного состояния туристической отрасли хозяйства региона и перспективы её развития. В статье в подробно раскрыты вопросы современного состояния и проблемы развития туризма в Калужской области, основные факторы его развития, туристско-рекреационный потенциал региона. Особое внимание в статье уделено вопросу формирования туристско-рекреационного каркаса территории Калужской области. Автором проведена классификация туристско-рекреационных центров Калужской области, в которой обосновываются её основные положения.

*Ключевые слова:* туристский центр, туристский объект, внутренний туризм, туристско-рекреационный потенциал, туризм.

## **Tourist and recreational system Kaluga region**

**O.I. Aleynikov**

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

The article is devoted to the problems of domestic tourism in the Kaluga region. The article provides a well-reasoned description of the current state of the tourism industry in the region and the prospects for its development. The article describes in detail the issues of the current state and problems of tourism development in the Kaluga region, the main factors of its development, the tourist and recreational potential of the region. Special attention is paid to the issue of the formation of the tourist and recreational framework of the territory of the Kaluga region. The author has made a classification of tourist and recreational centers of the Kaluga region, which substantiates its main provisions.

*Keywords:* tourist center, tourist object, domestic tourism, tourist and recreational potential, tourism.

## **Введение**

На просторах средней полосы России, на юге Нечерноземья расположилась Калужская область – край широких просторов, лесов и светлых перелесков среди полей, красочных лугов, живописных рек, край с богатой и разнообразной природой.

Всё это богатство раскинулось на территории с площадью в 29,8 тыс. км<sup>2</sup>. Калужская земля на всём протяжении своей многовековой истории была тесно связана со столицей нашей страны, являясь с древних времён южным пограничем Московии. Но особенность географического положения характеризуется не только этим. Калужская область – один из двух регионов, который имеет непосредственно общую границу с г. Москва. И это делает Калугу самым близким к Москве областным центром.

Калужская область располагает огромным количеством разнообразных объектов, привлекающих туристов со всего света. Это и древние монастыри, и памятники архитектуры с многовековой историей, усадьбы, музеи, уникальные природные объекты. На территории области успешно развиваются аграрный, экологический, водный, спортивный, в т.ч. горнолыжный, приключенческий, событийный и другие виды туризма.

Уникальные природные ландшафты Калужской области включены в систему особо охраняемых природных территорий, наиболее значительными из которых являются Национальный парк «Угра» и заповедник «Калужские засеки» [4, с. 3-4].

Калужская земля была обитаема с глубокой древности. Как следует из древних летописных источников, в эпоху зарождения Киевской Руси территория была глухим лесным краем, населённым в основном вятичами, а также кривичами и радимичами. Вятичи дольше других славянских племён оставались язычниками.

С конца XI – начала XII вв. здесь возникают первые города, которые становились социально-экономическими центрами, городами-крепостями: Козельск (1146 год первого упоминания), Серенск (1147), Воротыньск (1155), Мосальск (1231), Мещовск (1238), Таруса (1246), Перемышль (1328), Боровск (1356), Медынь (1386), Малоярославец (1402). К XIV в. относится и первое упоминание о Калуге в письме Литовского князя Ольгерда константинопольскому патриарху Филофею, датированном 1371 годом.

В настоящее время, не обладая сколь-нибудь важными природными ресурсами, Калужская область выдвинулась в число самых передовых регионов России. Здесь впервые в стране был применён кластерный подход в

территориальной организации производства. Именно на Калужской земле в начале 2000-х годов появились первые индустриальные парки. Сейчас их уже 12. Активно развивается Особая экономическая зона «Калуга». На этих и других площадках размещены новейшие, высоко технологичные и инновационные производства: легковое и грузовое автомобилестроение, фармацевтика, биоинженерия, производство цемента, строительных и отделочных материалов, чёрная и цветная металлургия, производство бытовой и электротехники, продуктов питания и многого другого.

### **Современное состояние и проблемы развития туризма в регионе**

«Мекка для инвесторов», «Экономический оазис» – как правило, именно такие определения чаще всего сегодня звучат в адрес Калужской области.

«Колыбель космонавтики», «Маленький Петербург», «Родина российских цариц» – это тоже о Калужской области. Находясь в самом сердце России, Калужская земля вобрала в себя значительное количество знаковых для российской и мировой истории событий, образов, имен...

Органичное сочетание прошлого и настоящего, особая роль в культуре, веками сформированные традиции, неповторимая природа, развитая инфраструктура, наличие крупных промышленных брендов делают Калужскую область уникальной территорией для развития туристической индустрии [1, с. 1].

Богатейшая история, вековые традиции и живописнейшие природные ландшафты безусловно способствуют развитию туризма в различных формах и проявлениях: от делового, культурно-познавательного и религиозного, до агро- и спортивного туризма с активными формами отдыха.

В Стратегии социально-экономического развития Калужской области до 2030 года, принятой постановлением Правительства Калужской области от 29.06.2009 № 250, среди семи основных потенциальных кластеров выделяется туристско-рекреационный, а одним из 12 приоритетных проектов является формирование межрегионального туристского бренда.

Конечной целью реализации Программы является увеличение внутреннего туристского потока региона. В соответствии с ней [3] планируется увеличить объём туристского потока в Калужскую область (включая экскурсантов) до 3 млн 200 тыс. чел.

По данным Калугастат [5], с 2012 по 2018 гг. туристический поток в Калужскую область увеличился более чем в 2 раза.

## **Основные факторы развития туризма в регионе**

Предпосылкой развития туризма и рекреации в Калужской области является её близость к столичному региону, который генерирует мощный поток туристов. Столица государства – источник расселенческого потока, который является потребителем практически всего комплекса туристических и рекреационных услуг.

Формирование туристической индустрии в регионе происходит в условиях конкуренции с брендом «Золотое Кольцо», а также с формирующимися в настоящее время рекреационными зонами Московской, Рязанской (Мещера), Тверской областей [2, с. 44].

На территории Калужской области отмечается наличие инновационных ядер, которые смогут обеспечить конкурентоспособность туристической индустрии, ее динамичное развитие. В настоящее время Калужская область обладает значительным количеством таких инновационных зон, что выгодно отличает ее от других подмосковных регионов, в том числе – от регионов Золотого Кольца.

Безусловно ведущими факторами развития туризма на территории Калужской области являются:

- природно-рекреационные ресурсы;
- историко-культурное наследие;
- экологический фактор;
- инфраструктурный фактор:

- коллективные средства размещения (гостиницы – 39 в Калуге более чем на 3,5 тыс. мест и 148 в Калужской области на более чем 13,5 тыс. мест; гостевые дома – свыше 600). Одновременно на территории Калужской области в гостевых домах, гостиницах и оздоровительных базах могут разместиться около 17 тыс. туристов);

- сеть ресторанов и развлекательных учреждений. Меню на иностранных языках, русская самобытная кухня;

- транспортная инфраструктура: в области удобная автомобильная и железнодорожная сеть. Приезжающих поездами в Калуге встречают два железнодорожных вокзала. Автомобильные трассы отличаются качественным покрытием и постоянно модернизируются. Дорожная инфраструктура (магазины, туалеты, кофе и др.) расположена вдоль федеральных трасс. На федеральных, региональных и межмуниципальных дорогах установлено более 300 дорожных указателей на объекты туризма. Действует международный аэропорт «Калуга», который соединил столицу региона как с

другими регионами России, так и с ведущими воздушными гаванями стран Европы, Азии и Африки;

- туристско-информационная система: туристско-информационные центры, туроператоры и турфирмы, обеспечивающие внутренний и международный въездной туризм.

### **Туристско-рекреационный потенциал региона**

В рамках развития туристической деятельности на территории Калужской области были созданы и эффективно работают ГАУ по туризму «Туристско-информационный центр «Калужский край», ГАУ Калужской области «Агентство по развитию туризма», Ассоциация агро- и сельскохозяйственного туризма Калужской области и Ассоциация «Туристско-рекреационный кластер Калужской области». Кроме того, активно работают Совет по туризму при Губернаторе Калужской области и Координационный совет по детскому туризму.

В Калужской области представлены многие виды туризма:

1. Культурно-познавательный туризм
2. Религиозный туризм
3. Событийный туризм
4. Сельский (агротуризм) туризм
5. Активный туризм
6. Деловой туризм
7. Экологический туризм
8. Школьный туризм
9. Гастрономический туризм
10. Промышленный туризм

### **Туристско-рекреационный каркас территории**

На экономическое благосостояние Калужской области непосредственное влияние оказывает высокий уровень развитости транспортной инфраструктуры. Область по показателям плотности автомобильных и железных дорог занимает почетное место в 20-ке передовых регионов Российской Федерации. По территории области проходят 2 федеральные автомагистрали – Москва-Брянск («Киевское шоссе») и Москва-Рославль («Варшавское шоссе»). Общая протяженность автодорожной сети общего пользования в области составляет свыше 5 тыс. км, в том числе 0,8 тыс. км федеральных и 4,2 тыс. км областного значения.

В настоящее время активно формируется современная транспортно-логистическая инфраструктура. От уровня развития данной сферы зависит

благополучие всего региона. Калужская область имеет некоторые преимущества для совершенствования транспортной инфраструктуры: выгодное географическое положение, а именно близость с городом Москва дает весомый транзитный потенциал. Так же регион сотрудничает с такими логистическими операторами, как: GEFCO, Green Logistics, Rhenus Logistics, «Транс-Контейнер», развиваются автомобильная, железнодорожная, аэропортовая инфраструктура.

В целом транспортная инфраструктура развита и продолжает активно совершенствоваться, выходя на мировой уровень.

Для пространственного развития туризма большое значение имеет опорный туристско-рекреационный каркас территории, который включает в себя туристско-рекреационные центры (точечные, или узловые, элементы каркаса) и связывающие их дороги (линейные элементы каркаса). Туристско-рекреационный центр – это населенный пункт (или обустроенная локальная территория), обладающий туристско-рекреационными ресурсами, средствами размещения, объектами общественного питания, транспортной и иной инфраструктурой, обеспечивающей обслуживание туристов. В сочетании с дорогами туристско-рекреационные центры составляют опорный туристско-рекреационный каркас территории. В контексте проводимого исследования в качестве туристско-рекреационных центров рассматриваются областной центр, а также районные центры и крупные поселения со значительным туристско-рекреационным потенциалом. Именно эти поселения «связывают» транспортную сеть, что позволяет формировать опорный туристско-рекреационный каркас и развивать туризм на межрегиональном уровне.

В соответствии с этим на территории Калужской области выделено 26 туристско-рекреационных центров (ТРЦ), в числе которых 2 крупнейших города (Калуга и Обнинск) и 24 административных центра муниципальных образований. Все ТРЦ имеют хорошую транспортную доступность из областного центра 1-2 видами транспорта. Говоря о ТРЦ, необходимо пояснить, что речь здесь идет не только о центре как о населённом пункте, но и о его окружении в 30-минутной доступности. Необходимо отметить, что ТРЦ отличаются друг от друга по степени сформированности. По этому показателю все туристско-рекреационные центры Калужской области можно разделить на три группы:

– **группа «А»** – ТРЦ, в которых концентрируется более десяти значимых и разнообразных по видам туристских объектов, обладающий достаточным разнообразием средств размещения, объектов общественного

питания, транспортной и иной инфраструктурой, обеспечивающими обслуживание туристов: гг. Калуга, Обнинск, Боровск, Кондрово, Жуков, Киров, Козельск, Людиново, Малоярославец, Таруса;

– **группа «Б»** – ТРЦ, в которых концентрируется от 5 до 10 значимых и разнообразных по видам туристских объектов, обладающий достаточными средствами размещения, объектами общественного питания, транспортной и иной инфраструктурой, обеспечивающей обслуживание туристов: гг. Жиздра, Медынь, Мещовск, Мосальск, Спас-Деменск, Сухиничи, Юхнов, посёлки Бабынино, Думиничи, Ферзиково, с. Перемышль;

– **группа «В»** – ТРЦ, в которых концентрируется не более пяти значимых и разнообразных по видам туристских объектов, обладающий средствами размещения, объектами общественного питания, транспортной и иной инфраструктурой, обеспечивающей обслуживание туристов: п. Бетлица, сёла Барятино, Износки, Ульяново, Хвастовичи.

#### *Список литературы:*

1. Вестник: инвестиции, инфраструктура, инновации. – Калуга: Информационное агентство «Калуга». – 2014. – № 5. – С. 1.
2. Крутиков, В.К., Аракелян, С.А. Калужская область: формирование инновационных зон развития туризма и рекреации сельских территорий региона // Аграрий плюс. – 2011. – № 4. – С. 44-47.
3. Развитие туризма в Калужской области / Постановление правительства Калужской области от 26 февраля 2019 г № 122 // Собрание законодательства РФ. – 2019. – № 122.
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калужской области. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kalugastat.gks.ru> (дата обращения: 08.05.2021 г.).
5. Физическая география и природа Калужской области: коллектив авторов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 291 с.



**Обучающий, развивающий и воспитывающий потенциал  
краеведческого подхода при изучении курса географии России**  
**А.А. Везеничева**

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

В статье раскрываются особенности краеведческого подхода как особой формы учебной и воспитательной работы, которая способна оказать огромное практическое значение в школьном курсе географии России. Автор приводит конкретные примеры умелого использования краеведения на уроке, способствующего развитию и формированию у учащихся познавательных способностей и социально активной жизненной позиции.

*Ключевые слова:* краеведческий подход, краеведение, география России.

**Teaching, developing and educating the potential of the local history  
approach in the study of the course of geography of Russia**  
**A.A. Vezenicheva**

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

The features of the local history approach, as a special form of educational and educational work, which can be of great practical importance in the school course of geography of Russia are described in this article. The author gives concrete examples of how the skillful use of local history in the classroom contributes to the development and formation of pupils' cognitive abilities and socially active life position.

*Keywords:* local history approach, local history, geography of Russia.

Школьное географическое краеведение как составная часть общей системы учебной и воспитательной работы в общеобразовательных учреждениях, а также как одно из эффективных средств в педагогике занимает важное положение в повышении качества воспитания и обучения, формировании у учащихся глубоких и прочных знаний и умений, воспитании патриотизма, в профессиональной ориентации обучающихся.

Как уже говорилось ранее, в настоящее время происходит изменение подхода к образованию в сторону его регионализации. Включение краеведческого компонента в процесс обучения учащихся в максимальной

степени позволяет реализовать тенденции развития отечественного образования, позволяя перейти от общего образования гражданина вообще, независимо от его места жительства к образованию представителя конкретно территориального социокультурного сообщества и человека со всеми его индивидуальными особенностями и способностями.

Одним из базовых положений в методологии современного российского образования и воспитания считается концепция взаимосвязи природы и общества (социума). Краеведческий подход в образовании позволяет рассматривать наиболее актуальные проблемы данного аспекта, полагаясь на комплексность краеведения и опыт социокультурной и этноэкологической адаптации молодого поколения через краеведение, который складывался на протяжении длительного времени.

Еще в первой половине XX века Николай Николаевич Баранский, советский географ, создатель советской районной школы как направления экономической географии, говорил о том, что именно в нашей стране работа деятельности краеведческой направленности имеет особое значение – и в научном, и в образовательном, и в воспитательном, и в практическом аспектах. И на современном этапе развития общего образования краеведение не потеряло своей важности и значимости.

Школьное краеведение вне зависимости от того, какую направленность оно имеет – географическое, историческое и др., – дает возможность увидеть окружающую природу, жизнь или бытие человека со стороны культуры, что позволяет искать пути образования и воспитания личности, его становления как человека, как гражданина своей страны [2].

Краеведение в руках педагога-профессионала, подходящего к своей работе творчески, становится одним из мощнейших средств вовлечения учащихся в более активную учебную и общественную деятельность. Краеведение имеет огромное практическое значение в различных видах воспитания: в нравственном, эстетическом и даже физическом.

Образовательно-воспитательное значение школьного географического краеведения невозможно переоценить. Прежде всего, оно проявляется в совершенствовании организационных форм и методов учебной и воспитательной работы, которая направлена на усиление познавательной и практической деятельности обучающихся. Проще говоря, образовательно-воспитательное значение краеведения в школе проявляется в активизации учебно-воспитательного процесса.

Основой школьного географического краеведения является активное действие учащихся в ситуации поиска, которая была задана преподавателем. Ситуация поиска, активное действий учащихся, заданном педагогом, осуществляется на достаточно высоком уровне познавательной и практической инициативы учащихся, их эмоционального настроения, что создает предпосылки для развития познавательных способностей личности.

Обучающий потенциал краеведческого подхода заключается в больших возможностях развития и формирования у учащихся познавательных способностей, содействующих активному усвоению знаний, выработке навыков и умений использования данных знаний в решении практических задач [20]. В приемах, методах и формах организации краеведческой работы заложены огромные возможности для развития познавательной активности у учащихся. которая способствует углублению полученных знаний, а также побуждает к творческой деятельности.

В процессе краеведческой работы в курсе физической географии России у учащихся появляется возможность:

- активно участвовать во внепрограммных экскурсиях, походах, тематических экспедициях по родному краю;
- вести систематические наблюдения за различными природными процессами и явлениями;
- проводить исследования различных природных объектов на территории своего родного края (местных водоемов, геологических обнажений);
- работать с краеведческими и литературными источниками, со справочниками и различными изданиями периодической печати (местные газеты и журналы).

Все вышперечисленное способствует формированию у учащихся наблюдательности, самостоятельности, познавательного интереса и мышления, а также развитию поисково-исследовательских умений и навыков.

При изучении социально-экономической географии России в 9 классе появляется возможность уделить внимание экономико-географическим условиям своего родного края. К примеру, при изучении промышленных предприятий своей местности внеклассная краеведческая работа дает достаточно богатую информацию для выполнения учащимися разных самостоятельных и практических работ. Внеклассная краеведческая деятельность позволяет проводить различные производственные экскурсии на местные промышленные предприятия, встречи обучающихся со

специалистами. В конечном счете такой формат краеведческой работы в школе повышает интерес к социально-экономическим знаниям своего края у учащихся и их профессиональной ориентации.

При постоянном ознакомлении учащихся с темой планирования и организации местных отраслей промышленности и хозяйства, с различными экономическими показателями их развития учащиеся приходят к осознанному пониманию законом развития хозяйства.

Школьное географическое краеведение, которое организуется при соблюдении таких педагогических требований, как целеустремленность, сочетание школьного географического краеведения с общественно-полезной работой, акцент на самостоятельность учащихся и их активность, считается одним из важнейших факторов нравственного воспитания учащихся школы. Всё это позволит сформировать у детей социально активную жизненную позицию.

Различные положительные примеры из окружающей их жизни являются источниками нравственного воспитания учащихся. Развитию нравственного воспитания учащихся способствует изучение:

- образа жизни и культуры народов, проживающих на территории своего края;
- знаменитых и выдающихся личностей;
- опыта бережного отношения к родной природе.

И в советской, и в современной школе краеведение рассматривается как одно из самых эффективных средств воспитания патриотизма у учащихся, любви к Родине и к народу. Патриотизм является одним из самых устойчивых моральных чувств каждого гражданина своей страны. Воспитание чувства патриотизма в подрастающем поколении является важной задачей обучения, т.к. патриотизм определяет действия учащихся, стремления, отношение к явлениям, происходящим в действительности.

Краеведение – это одна из форм воспитания духовно-нравственной личности, которая способствует осознанию своего места в окружающем мире.

А.С. Барков утверждал, что «между Родиной и родным краем существует неразрывная связь. Любовь начинается с родной местности, расширяется затем до пределов всей страны. Любовь к родному краю питает любовь к Родине. Познать свой край, изучить его – значит полюбить его еще более глубоко» [1]. Именно поэтому роль краеведческого подхода как одного из важнейших средств последовательного развития у учащихся чувства патриотизма, любви к Родине и народу нельзя переоценить. В настоящее

время особенно важно сформировать у учащихся чувство гордости, ответственности и гражданственности путем осознания природного, культурного и исторического наследия своей местности и страны в целом.

Патриотическое воспитание учащихся всегда тесно связано с эстетическим воспитанием. Школьное географическое краеведение является средством эстетического воспитания в педагогике. Оно является источником развития эстетических чувств и отношения к окружающей природе в целом. В качестве факторов эстетического воспитания выступают природное и социально-эстетическое окружение.

Главной задачей эстетического воспитания учащихся является воспитание у подрастающего поколения любви к окружающей их действительности, воспитание понимания необходимости активного участия в общественно-полезной деятельности. Эстетическое воспитание в том числе развивает и творческие способности учащихся, вдохновляет их на творческую деятельность [3].

Преподаватель должен научить детей видеть прекрасное в окружающей их природе, научить беречь окружающую их среду, пробудить у учащихся чувство любви и гордости к природе, своему родному краю. Учащиеся, в свою очередь, обязательно должны осмыслить красоту природы, даже той природы, которая преобразована деятельностью человека.

Для выработки эстетического отношения учащихся к окружающей их природе наиболее действенными средствами являются целенаправленные экскурсии на природе, наблюдения за природными процессами и явлениями, а также использование различных произведений: музыкального искусства, художественной литературы, изобразительного искусства.

Школьная география и краеведение имеют большие возможности в профессиональной ориентации учащихся школы. К примеру, вопросы о происхождении, размещении и добычи различных полезных ископаемых и их использовании в народном хозяйстве региона и страны имеют политехническое значение. При изучении социально-экономической географии своего региона учащиеся познают отрасли промышленности своего края, получают новые знания об экономике региона, размещении различных отраслей хозяйства и их производственных связях.

Значение краеведческого подхода при изучении курса географии России огромно. Оно заключается не только в помощи по изучению природно-экономических и социально-экономических условий своей местности и всесторонне развитой личности, но и предоставляет преподавателю

достаточно широкие возможности в изучении индивидуальных психологических особенностей детей.

*Список литературы:*

1. Ивановский, В.А. Занимательное краеведение: учебное пособие. – М.; Ставрополь: МГОПУ, 2003. – С 15-16.
2. Краеведение и краеведческий подход в преподавании географии: сборник статей / Под ред. И.С. Матрусова. – М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1963. – 151 с.
3. Миханько, Л.Н. Проблема краеведения и возможности ее решения // Инновации в образовании и социальные проблемы: материалы конференции. – СПб., 1993. – С. 58-67.

**Агрометеорологические условия весенне-летнего периода вегетации озимой пшеницы на территории Ростовской области**

**Е.А. Дронова, О.В. Яловенко**

*Российский государственный аграрный университет–  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*

Рассмотрены агрометеорологические условия вегетации озимой пшеницы в Песчанокопском районе Ростовской области за весенне-летний период 2020 года. Определены основные агрометеорологические показатели.

*Ключевые слова:* ГТК, сумма активных температур, запасы продуктивной влаги, озимая пшеница, суховеи.

**The agrometeorological conditions of the spring-summer growing season of winter wheat in the Rostov region**

**E.A. Dronova, O.V. Yalovenko**

*Russian Timiryazev State Agrarian University; Moscow*

Agrometeorological conditions of winter wheat vegetation in the Peschanokopsky district of the Rostov region for the spring-summer period of 2020 are considered. The main agrometeorological indicators are determined.

*Keywords:* GTK, growing degree-day, productive moisture reserves, winter wheat, hot dry wind.

Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата, за период 1861-2005 гг. средняя глобальная температура на Земле возросла на 0,7°C. Исследования учёных показывают, что за последние как минимум 10 000 лет столь быстрого потепления в мире не наблюдалось. Однако за последние 30 лет этот рост усилился, особенно резко над континентальными районами Евразии и Северной Америки. В Российской Федерации с 1970 года средняя температура приземного воздуха повышается со скоростью 0,43°C за каждые 10 лет, что более чем в два с половиной раза превышает скорость глобального потепления [2, с. 5-6]. Неизбежность изменения климата в разных районах нашей страны проявляется по-разному и, следовательно, требует четкой постановки методов прогнозирования, опирающихся на хозяйственную направленность региона. Ростовская область является одной из ведущих в аграрном секторе страны. В последние годы в

Ростовской области обновляли рекорды валового сбора зерна, достигнув в отметки в 13,5 миллионов тонн [6]. Однако вместе с тем очень большое негативное влияние на получение урожаев зерновых культур, оказывает развитие засушливых и суховейных явлений. В последние годы частота и интенсивность их, к сожалению, увеличивается. Это приводит к значительному снижению урожаев и потере их качества.

Рисунок 1 демонстрирует кривую распределения урожайности за последние 10 лет в АО «Богородицкое» Песчанокопского района Ростовской области. В 2020 году средняя урожайность по колхозу была крайне низкой и составила всего 35,3 ц/га, на что значительное влияние оказали погодные условия весенне-летнего периода 2020 года.

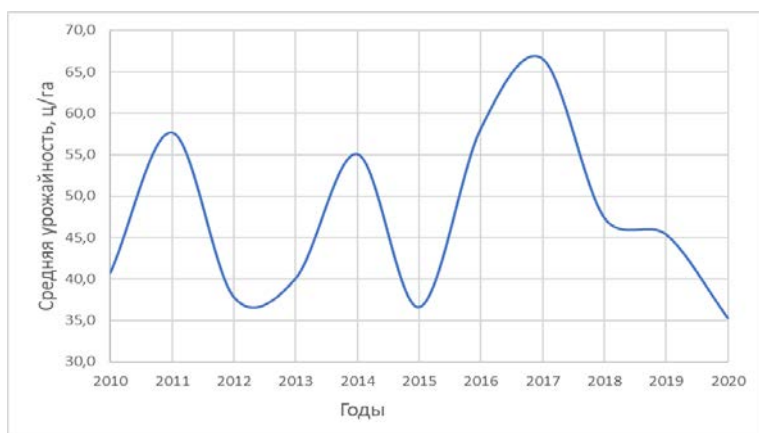


Рисунок 1 – Средняя урожайность в АО «Богородицкое» за период с 2010 по 2020 гг.

В таблице 1 представлены погодные условия весенне-летнего периода 2020 года по данным метеопоста на территории хозяйства АО «Богородицкое». Температурный режим за этот период не подвергся значительным отклонениям от средних многолетних данных. В марте и апреле наблюдались крайне неблагоприятные условия увлажнения, что демонстрируют отклонения от средних многолетних данных: -68,4 мм и -32 мм. Также за этот период наблюдались заморозки, которые с различной интенсивностью продолжались со второй декады марта до середины апреля. В отдельные дни температура опускалась до -11°C (17.03.2020 г.), что на фоне отсутствия осадков приводило к дополнительному повреждению растений.



Таблица 1 – Погодные условия весенне-летнего периода 2020 года по данным метеопоста АО «Богородицкого»

| Месяц  | Температура воздуха, °С |                  |            | Осадки, мм          |                |            |
|--------|-------------------------|------------------|------------|---------------------|----------------|------------|
|        | Средняя многолетняя     | Средняя за месяц | Отклонения | Средние многолетние | Сумма за месяц | Отклонения |
| Март   | 5,7                     | 7,4              | +1,7       | 68,6                | 0,2            | -68,4      |
| Апрель | 10,8                    | 8,9              | -1,9       | 38,4                | 6,4            | -32        |
| Май    | 17                      | 16,1             | -0,9       | 76,4                | 70             | -6,4       |
| Июнь   | 22,8                    | 23,3             | +0,5       | 60,1                | 80,4           | +20,3      |
| Июль   | 25,5                    | 26,4             | +0,9       | 84,3                | 41,8           | -42,5      |

В разные фазы развития озимой пшеницы нами были отобраны пробы почвы для определения запасов продуктивной влаги. Накопленная за зиму продуктивная влага (более 180 мм) к 15 мая сильно уменьшилась в следствии весенней засухи (рис. 2).



Рисунок 2 – Динамика запасов продуктивной влаги в разные фазы развития озимой пшеницы

В таблице 2 представлены суммы активных температур за весенне-летний период 2020 года. ГТК за данный период составлял 0,6, что характеризует территорию как очень засушливую.

Таблица 2 – Суммы активных температур за 2020 год

| Месяц  | $\Sigma T_5, ^\circ\text{C}$ | $\Sigma T_{10}, ^\circ\text{C}$ | ГТК |
|--------|------------------------------|---------------------------------|-----|
| Март   | 227                          | -                               | 0,6 |
| Апрель | 276                          | 94                              |     |
| Май    | 502                          | 502                             |     |
| Июнь   | 699                          | 699                             |     |
| Июль   | 822                          | 822                             | -   |

В период формирования колоса, цветения или в самом начале налива зерно, подвергшееся засухе или засухе, может не образоваться, а в период ранней молочной спелости и позднее может быть шуплым. Однако непродолжительные засухи чаще всего повреждают лишь вегетативную массу, что практически не влияет на качество зерна. В таблице 3 приведены количество дней с засухами в 2019 и 2020 году. В 2020 году в мае наблюдался 1 день с засухейными явлениями и не достигшим значения опасного явления. В июне 2020 было 8 дней с засухейными явлениями, 2 дня из которых достигали значения Опасного Явления.

Таблица 3 – Количество дней в месяце с засухейными явлениями за весенне-летний период 2019-2020 гг.

| Месяц /год | Количество дней в месяце с засухейными явлениями* |      | Количество дней в месяце с засухейными явлениями, достигшими критерия ОЯ** |      |
|------------|---|------|--|------|
|            | 2019  | 2020 | 2019   | 2020 |
| Май        | 2   | 1    | 0  | 0    |
| Июнь       | 17  | 8    | 9  | 2    |
| Июль       | 6   | 22   | 0  | 14   |
| Август     | 15  | 20   | 8  | 9    |
| Сентябрь   | 13  | 18   | 1  | 6    |

\*Критерии из учебника Лосева  $t > 25^\circ\text{C}$ ,  $V > 5\text{м/с}$ ,  $f < 30\%$

\*\* $t > 30^\circ\text{C}$ ,  $V > 5\text{м/с}$ ,  $f < 20\%$

Агрометеорологические условия весеннего периода вегетации озимой пшеницы характеризовались нестабильным температурным фоном: на фоне среднесуточных положительных температур воздуха отмечались ее понижения, иногда до  $-11^\circ\text{C}$ . В целом весь весенне-летний период вегетации проходил на фоне незначительного количества осадков, ГТК составил 0,6, что

характеризует условия как очень засушливые. Таким образом, средняя урожайность колхоза АО «Богородицкое» при неблагоприятных погодных условиях 2020 года составила 35,3 ц/га, что является крайне низкой в богарных условиях Ростовской области. В связи с этим необходим дальнейший мониторинг условий влагообеспеченности территории с целью проведения защитных предупреждающих агротехнических мероприятий по сохранению влаги в почве.

*Список литературы:*

1. Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам / А. И. Белолобцев, В.А. Сенников, И.Ф. Асауляк и др. – М.: Колос, 2020. – 284 с.
2. Второй оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Общее резюме [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2016/od2/od2.pdf> (дата обращения: 20.04.2021).
3. Клещенко, А.Д. Современные проблемы мониторинга засух // Труды ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 3-13.
4. Лосев, А.П. Агрометеорология: учебник для студентов вузов / А.П. Лосев, Л.Л. Журина. – М.: Колос, 2001. – 300 с.
5. Уланова, Е.С., Страшная, А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 64-83.
6. Ход уборочной кампании 2020 в РФ по областям (обновлено 30.01.2021). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zerno.ru/node/10943> (дата обращения: 20.04.2021).

**Анализ зимнего меженного стока рек Калужской области**

**М.В. Захарова**

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

В статье рассмотрены многолетние колебания зимнего минимального стока и вероятностная оценка его изменений на реках Калужской области при наличии данных гидрометеорологических наблюдений.

*Ключевые слова:* меженный сток, минимальные 30-суточные расходы воды, статистические характеристики, эмпирические и аналитические кривые.

**Analysis of the winter low-water runoff of the rivers of the Kaluga region**

**M.V. Zakharova**

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

Long-term fluctuations of the winter minimum flow and the probabilistic assessment of its changes in the rivers of the Kaluga region in the presence of hydrometeorological observations are considered in this article.

*Keywords:* low-water runoff, minimum 30-day of water discharge, statistical characteristics, empirical and analytical curves.

Исследования, которые постоянно проводятся российскими учеными на основании данных многолетних гидрометеорологических наблюдений, доказывают, что происходящие изменения климата привели к существенным изменениям водного режима рек. В результате в одних регионах участились случаи прохождения катастрофических наводнений, в других – случаи дефицита водных ресурсов. Кроме того, высокая вероятность учащения подобных случаев в связи с существующими тенденциями изменения климата приводит к необходимости оценки изменений речного стока, тем более что обеспечение нужд водохозяйственного и гидротехнического проектирования требует надежного определения параметров, характеризующих режим речного стока. В этих условиях исследование формирования минимального стока на фоне произошедших и будущих климатических изменений становится одной из актуальных проблем инженерной гидрологии. С гидрологической точки зрения важной характеристикой межени является минимальный сток, который характеризуется минимальными 30-суточными расходами водами [1, с. 5].

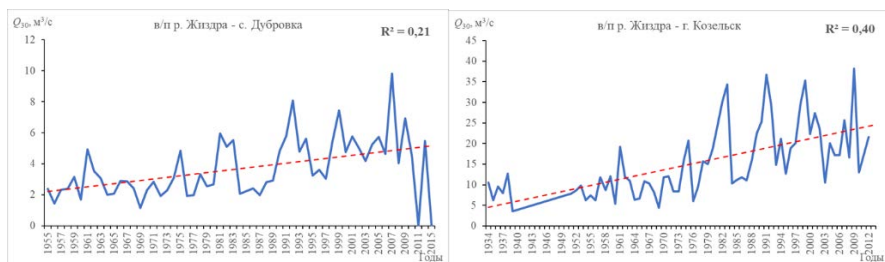
Цель данного исследования состоит в изучении характера многолетних колебаний зимнего минимального стока и вероятностной оценке его изменений на реках Калужской области при наличии данных гидрометеорологических наблюдений.

Задачи исследования можно сформулировать следующим образом: выявить многолетние тенденции в изменении зимнего меженного стока; уточнить статистические характеристики минимального 30-суточного расхода воды, наблюдающегося в зимний период.

Анализ данных наблюдений о минимальном стоке рек Калужской области выполнен по 7 действующим постам с площадями водосборов от 153 км<sup>2</sup> (р. Пугунка – д. Малахово) до 54 800 км<sup>2</sup> (р. Ока – г. Калуга). Период наблюдений на постах составляет от 46 лет (р. Таруса – д. Похвиснево) до 132 лет (р. Ока – г. Калуга). Наиболее изученными являются средние реки с площадями от 2 000 до 50 000 км<sup>2</sup>. Ежегодные данные о минимальном 30-суточном зимнем стоке рек взяты по материалам гидрологической сети наблюдений Росгидромета, действующей на территории Калужской области.

Основными методами исследования являются генетический и статистический анализы [2]. Основные гидрологические характеристики рассчитаны согласно нормативному документу СП 33-101-2003 [3] путем применения аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения.

На рисунке 1 показана динамика многолетних колебаний минимальных 30-суточных зимних расходов воды для некоторых гидрологических постов. Анализ хронологического хода показывает, что в колебаниях зимнего стока наблюдается явно выражено увеличение минимальных 30-суточных зимних расходов воды.



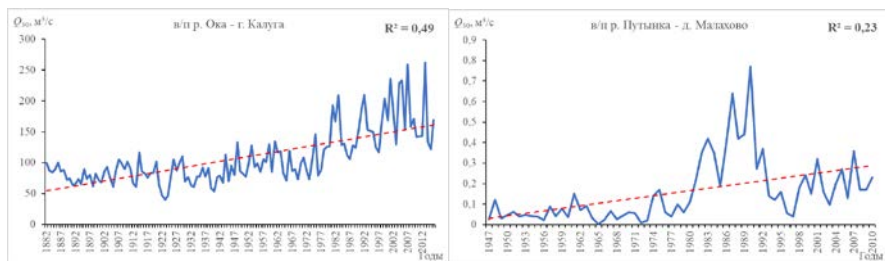


Рисунок 1 – Многолетний ход минимального 30-суточного зимнего стока

Данное обстоятельство убедительно демонстрирует линейный тренд с достаточно высокими значениями коэффициентов корреляции (от 0,5 до 0,7). Но в то же время данный факт может являться свидетельством нарушения естественного водного режима данных рек под влиянием изменяющихся климатических условий.

Для проверки гипотезы об однородности эмпирических распределений рядов минимального стока применены критерии резко отклоняющихся экстремальных значений (критерии Смирнова-Граббса и Диксона). Результаты продемонстрировали то, что лишь 2 ряда из 7 исследуемых являются неоднородными. Однако оценка стационарности этих гидрологических рядов, выполненная с помощью статистических критериев Стьюдента (для средних значений) и Фишера (для дисперсий) на 5% уровне значимости, показала их нестационарность. Следовательно, необходимо сделать вывод о том, что все ряды наблюдений являются неоднородными.

Анализ суммарной и разностной интегральных кривых распределения стока позволил найти переломные точки, отделяющие относительно однородные совокупности рассматриваемых рядов, что необходимо для расчета гидрологических характеристик заданной обеспеченности. Так, на графиках рисунка 2, отчетливо видно, что маловодная фаза водности закончилась в 70-80-е гг., после началась и продолжается многоводная фаза стока. Следовательно, во временном отрезке, разделяющем фазы водности, лежат переломные точки, которые позволяют разбить рассматриваемые ряды на две относительно однородные совокупности с переломными точками в 1975 г. на р. Ока, Угра, в 1980 г. на р. Жиздра, Путынка, Протва и в 1985 г. на р. Таруса.

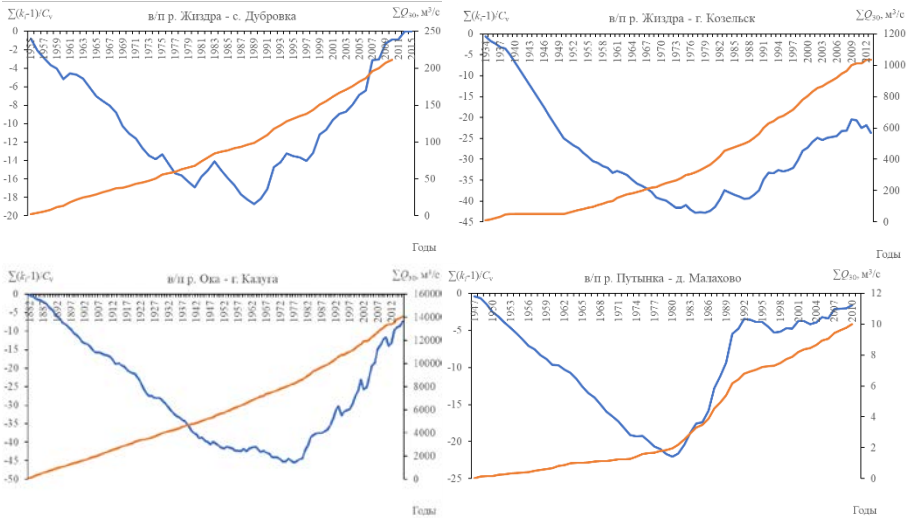
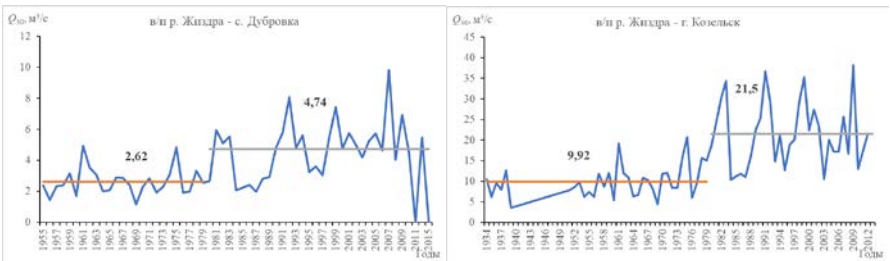


Рисунок 2 – Суммарная и разностная интегральные кривые минимальных 30-суточных зимних расходов воды

Графики на рисунке 3 демонстрируют многолетние колебания минимального 30-суточного зимнего стока, а также показывают его норму, рассчитанную в относительно однородных выборках. Можно отметить, что величины нормы зимнего меженного стока в квазиоднородных выборках отличаются в 2 и более раз, особенно хорошо данное отличие проявляется на малом водосборе р. Путынки, где отмечается увеличение стока практически в 4 раза, что является еще одним подтверждением чрезвычайной чувствительности малых рек к климатическим изменениям.



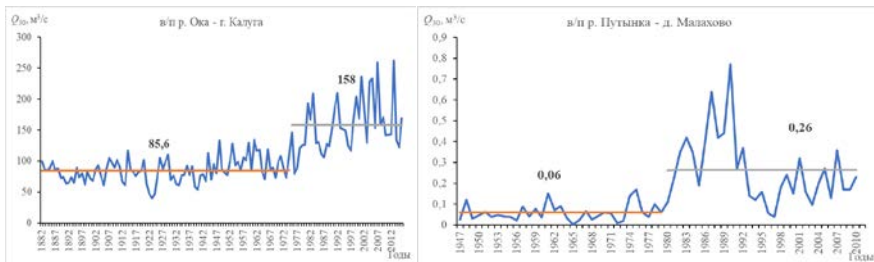


Рисунок 3 – Многолетние колебания и норма минимального 30-суточного зимнего стока

Для каждой из установленных однородных выборок построены эмпирические кривые обеспеченности, а также выполнен подбор аналитических кривых обеспеченности в виде кривой Пирсона III типа. Параметры распределения и расчетные значения минимальных зимних 30-суточных расходов воды 95% обеспеченности, снятые с кривых обеспеченности Пирсона III типа, представлены в таблице 1.

Расчетная вероятность превышения минимальных зимних 30-суточных расходов воды установлена в строительном проектировании норм для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения в зоне избыточного увлажнения на уровне 95% [4] и означает, что требуемая величина стока будет обеспечена в течение 95 лет из 100.

Сравнение уточненных значений параметров распределения и расчетных значений минимальных зимних 30-суточных расходов воды 95% обеспеченности со статическими параметрами и расчетными значениями гидрологических характеристик, приведенными в [5] показали их удовлетворительную сходимость.

Основные выводы по результатам исследования можно сформулировать следующим образом:

- величины зимнего меженного стока имеют тенденцию к увеличению с высокой степенью достоверности ( $r=0,5-0,7$ );
- исходные ряды зимнего меженного стока являются нестационарными (неоднородными во времени);
- маловодная фаза водности закончилась в 70-80-е гг., на данный момент продолжается многоводная фаза стока;
- рассматриваемые ряды можно разбить на две относительно однородные совокупности с переломными точками в 70-80-е гг. (1975, 1980 и



1985);

– величины нормы зимнего меженного стока в квазиоднородных выборках отличаются в 2 и более раз;

– уточнены параметры распределения и установлены расчетные значения минимальных 30-суточных зимних расходов воды по составной кривой распределения Пирсона III типа.

Таблица 1 – Параметры распределения и расчетные значения минимальных зимних 30-суточных расходов воды 95% обеспеченности

| Период наблюдений           | Норма стока $Q_{30}$ , м <sup>3</sup> /с | $C_v$ | $C_s/C_v$ | $Q_{95\%}$ , м <sup>3</sup> /с |
|-----------------------------|--|-------|-----------|--------------------------------|
| р. Ока – г. Калуга          |  |       |           |                                |
| 1882-1974                   | 85,6                                     | 0,22  | 1,56      | 56,3                           |
| 1975-2017                   | 158                                      | 0,28  | 2,55      | 94,8                           |
| 1882-2017                   | 107                                      | 0,41  | 3,62      | 48,0                           |
| р. Жиздра – с. Дубровка     |  |       |           |                                |
| 1955-1979                   | 2,62                                     | 0,34  | 3,23      | 1,47                           |
| 1980-2015                   | 4,74                                     | 0,38  | 1,61      | 2,12                           |
| 1955-2015                   | 3,81                                     | 0,48  | 2,10      | 1,60                           |
| р. Жиздра – г. Козельск     |  |       |           |                                |
| 1934-1979                   | 9,29                                     | 0,39  | 2,37      | 4,67                           |
| 1980-2015                   | 21,5                                     | 0,37  | 1,25      | 9,46                           |
| 1934-2015                   | 15,4                                     | 0,55  | 1,75      | 5,29                           |
| р. Угра – пгт Товарково     |  |       |           |                                |
| 1932-1974                   | 24,8                                     | 0,30  | 5,72      | 17,0                           |
| 1975-2015                   | 42,9                                     | 0,31  | 4,60      | 27,3                           |
| 1832-2015                   | 33,4                                     | 0,42  | 3,27      | 17,6                           |
| р. Путынка – д. Малахово    |  |       |           |                                |
| 1947-1979                   | 0,062                                    | 0,65  | 1,84      | 0,012                          |
| 1980-2010                   | 0,263                                    | 0,62  | 2,13      | 0,067                          |
| 1947-2010                   | 0,164                                    | 0,95  | 1,83      | 0,019                          |
| р. Протва – с. Спас-Загорье |  |       |           |                                |
| 1938-1979                   | 5,61                                     | 0,34  | 5,32      | 2,34                           |
| 1980-2010                   | 8,35                                     | 0,38  | 3,94      | 4,12                           |
| 1938-2010                   | 6,50                                     | 0,44  | 4,40      | 3,21                           |

*Список литературы:*

1. Филиппова, И.А. Минимальный сток рек Европейской территории России и его оценка в условиях изменения климата: дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2014. – 210 с.
2. СТО ГГИ 52.08.41-2017 Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.hydrology.ru/sites/default/files/Books/a5\\_2017\\_sto\\_ggi\\_52.08.41\\_180917.pdf](http://www.hydrology.ru/sites/default/files/Books/a5_2017_sto_ggi_52.08.41_180917.pdf) (дата обращения: 08.05.2021).
3. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М.: Госстрой, 2004. – 73 с.
4. Руководство по гидрологической практике. Том II. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/wmo/168\\_2.pdf](http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/wmo/168_2.pdf) (дата обращения: 08.05.2021).
5. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hydrology.ru/ru/content/osnovnye-gidrologicheskie-harakteristiki-rek-basseyna-verhney-volgi> (дата обращения: 08.05.2021).

**Учёт родников на территории Калужской области**

**В.И. Меленчук**

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

Статья посвящена учёту родников в региональном аспекте. Анализируются возможности учёта естественных выходов подземных вод с привлечением широкого круга источников, в том числе и картографических материалов разного времени и детализации. Представлены перспективные возможности по учёту естественных выходов подземных вод (родников) Калужской области, в том числе с использованием современных технологий.

*Ключевые слова:* родники, учёт родников, картографирование родников, Калужская область.

**Accounting of springs on the territory of the Kaluga region**

**V.I. Melenchuk**

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

The article is devoted to the accounting of springs in the regional aspect. The possibilities of considering the natural outputs of underground water with the involvement of a wide range of sources, including cartographic materials of different time and detail, are analyzed. Prospective possibilities are presented for considering the natural discharges of groundwater (springs) of the Kaluga region, including with the use of modern technologies.

*Keywords:* water springs, accounting of water springs, mapping of water springs, Kaluga region.

Одним из актуальных вопросов на современном этапе развития общества является учёт естественных выходов подземных вод. Одними из первых исторических документов, в которых содержится информация о родниках исследуемой территории, являются писцовые и платёжные книги XVII столетия. В них содержатся разрозненные сведения о родниках и колодцах, имевших имена собственные, а также об истоках некоторых рек и ручьёв, имевших большое значение при межевании за неимением чертежей территории. Например, для Боровского уезда известны «п(устошь) Белково на роднике», «д. Сибинеива Микулинская тож на истоке». Для Оболенского уезда – исток р. Овечи, Харитонов колодезь, «Белый колодезь на Оложе»,

«п(устошь) Коротышено на колодезе и на крутце», «д(ережня) Ульянино Севриново тож на ключе» и некоторые другие [24; 25].

Отдельные сведения о родниках Калуги можно встретить в записях путешественников. Например, в 1654 г. архидиакон Павел Аллепский путешествуя по р. Оке указывал на проведение работ по сооружению новой крепости в городе, ниже старой, с целью огородить «несколько выступающих здесь прекрасных источников с вкусною водою». Родники выходили у стены старой крепости со стороны Оки и при них были «устроены удивительные сооружения» [23, с. 133].

Разрозненная информация об источниках и родниках имеется в географических лексиконах и описаниях конца XVIII – середины XIX столетий. В работах П.П. Свиньина и В.Ф. Зуева содержатся сведения о некоторых выходах подземных вод г. Калуги [21, с. 121-122; 8, с. 32-33].

Важный материал по учёту источников воды содержится в «Списке населённых мест Российской империи». Например, для Калужской губернии в нём есть сведения о расположении населённых мест «при колодцах», а в ряде случаев «при родниках» и «при ключах» [9]. В издании приводятся данные о более чем двух десятках родников (источников, ключей, истоков) и сотнях колодцев (ряд которых тоже был представлен каптированными родниками).

Первые попытки целенаправленного изучения родников в пределах Калужской губернии были предприняты ещё в конце XIX – начале XX веков. Большинство данных о родниках приводится как вспомогательная либо как второстепенная информация при описании геологии территории. В трудах Н.В. Кудрявцева и Н.Н. Боголюбова рассматриваются единичные родники и ключи, встречавшиеся на пути их экспедиционных поездок [10, с. 3]. В работе В.Г. Хименкова даётся основательное описание Троица-Екатерининских источников в бассейне р. Теча [30].

В 1920-1930-х гг. изучением родников Калуги занимался санитарный врач Ю.А. Вусович. Результаты были представлены в издании, посвящённом медико-топографическому описанию города, [5] и в рукописи, посвящённой городскому водопроводу, за период с 1886 г. по 1936 г. [4].

Определённую пользу несёт информация из картографических источников. Так, впервые некоторые родники были нанесены на трёхверстовую военно-топографическую карту Ф.Ф. Шуберта (3 версты в дюйме или 1:42 000). При её использовании для выявления родников сложности представляют как чёрно-белое исполнение карты, так и качество издания её листов.

В период 1950-1980-х гг. на территории Калужской области проводились гидрогеологические съёмки масштаба 1:200 000 и для отдельных участков масштаба 1:50 000.

С 1950 г. по 1998 г. вся территория области была охвачена геолого-гидрологической съёмкой масштаба 1:200 000. Территория была покрыта листами, отображающими как первые от поверхности водоносные горизонты, так и водоносные горизонты дочетвертичных отложений. В среднем в пределах одного листа нанесено от 2 до 5 родников, на единичном листе (N-37-ХІІІ) – 20 естественных выходов подземных вод. Для них указаны механизм источника, номер по реестру, индекс водоносного горизонта, дебит и минерализация. В единичных случаях и для отдельных естественных выходов подземных вод часть данных не указывалась.

Информация о родниках в разной степени отражена в содержании топографических карт. Например, для листов масштаба 1:100 000 количество родников в среднем варьируется от 4 до 13.

На большинстве листов топографической карты масштаба 1:50 000 обозначено в основном от 1 до 3 родников. При этом лишь на единичных листах численность нанесённых естественных выходов подземных вод возрастает, например, до 5 (лист Людиново), а максимально – до 21 (лист Кондрово).

На листах топографической карты масштаба 1:25 000 количество нанесённых родников изменяется от 4 до 13 и зависит от конкретных условий территории. Для обозначения нисходящих (безнапорных) выходов подземных вод рядом с знаком используется термин родник (род.), для показа восходящих (напорных) – ключ (кл.).

Гидрогеологическая съёмка и картирование родников для отдельных участков бассейна р. Жиздры выполнялась в 1950-1960-х гг., например, Думиничской ГСП в 1948 г. и Дубровской ГСП в 1952 г. [22]. В это же время составлялись отчёты и комплексные карты, на которые наносились некоторые из существовавших родников и колодцев.

В атласе Калужской области издания 1971 г. представлены карты со схематическим показом родников (в том числе источников минеральных вод) [1, 7]. Это содержание практически без изменений перешло во второе издание атласа 1992 г.

В Юхновском районе гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка для целей мелиорации была проведена в 1984-1986 гг. Э.М. Романенко, В.Ф. Филипповичем, Е.Г. Соловьёвой, Е.Г. Честным. Были нанесены на карты

некоторые родники бассейна р. Угры в том числе и в окрестностях г. Юхнова [11].

В 1983-1988 гг. Обнинским отрядом на территории Московской и Калужской областей проводилась групповая геолого-гидрологическая и инженерно-геологическая съёмка. В результате был собран большой фактический материал и нанесены на карты родники в бассейнах р. Протвы и Нары.

В 1990-е гг. А.В. Столярский собрал обширный материал по размещению родников в бассейнах Жиздры и Угры. Им же была составлена схема, показывающая распределение родников в бассейнах Жиздры, Угры и Десны, с указанием расстояния от родника до устья притоков, в бассейне которого они расположены. Некоторые сведения о родниках как источниках питьевой воды для туристов были собраны краеведом В.С. Зеленовым [28].

Большой материал по химическому и бактериологическому состоянию родниковой воды в Калуге и пригородах был собран под руководством И.Н. Лыкова, директора лаборатории по контролю за качеством пищевых продуктов.

Выявление и изучение родников в бассейне Угры в пределах территории национального парка проводили В.П. Новиков, З.А. Гарифуллина и Т.В. Крюкова [17, с. 22-25.]. Также в исследованиях отдельных источников на этой территории принимали участие Н.В. Воронкина, И.В. Семёнова, С.И. Журавлёв [18, с. 19-22; 19, с. 22-24; 20, с. 15-16].

Изучение культовых мест в бассейне р. Болвы проводил Г.В. Кропачев. В его работах содержится информация и о некоторых культовых родниках Кировского, Людиновского и Брятинского районов [12, с. 24-28].

В 2001 г. материал об естественных выходах подземных вод был обобщён автором статьи в диссертации на соискание учёной степени кандидата географических наук [11]. В монографии В.А. Семёнова и И.В. Семёновой «Водные ресурсы и гидроэкология Калужской области» также приводятся обобщенные сведения о родниках области [26].

В 2005 г. в «Атласе Калужской области» была опубликована карта родников и грунтовых вод региона. На ней представлена информация о распределении и использовании 50 родников, имеющих собственные имена, отличающихся дебитом или иными уникальными характеристиками [2].

В вышедшем в 2007 г. «Геологическом атласе Калужской области» указаны пять родников, входящих в сеть наблюдения за состоянием подземных вод [6, с. 64].

Значительный материал об естественных выходах подземных вод был собран в результате полевых исследований студентами КГПУ им К. Э. Циолковского [13, с. 81-87; 14, с. 76-78; 15, с. 214-218]. Изучение некоторых родников в пгт. Думиничи и окрестностях произведены студентом П.С. Корягиным и аспиранткой Е.Г. Давыдовой. Единичные родники Брятинского района описал С.Ю. Панькин.

О родниках Мосальского района большой фактический материал собрал Ю.А. Станков. О родниках г. Тарусы и окрестностей материал собрала студентка Е.А. Чепалова. По естественным выходам подземных вод Бабынинского района материалы собрал А.В. Фалеев; по Износковскому району начал собирать материал студент А.А. Корбачков, продолжила работу студентка Н.С. Анисимова. По некоторым родникам Куйбышевского района материалы о родниках собрала студентка А.Г. Булавинцева. Данные по естественным выходам подземных вод Калуги и окрестностей обобщил студент Е.А. Ларионов, дополнил аспирант А.А. Логвинов.

К работе по сбору информации по родникам подключились и школьники. Длительное время сбор материалов по родникам Калуги проводился на базе МОУ СОШ №5, где работал экологический отряд «Пингвин». В Людиновском районе материалы по естественным выходам подземных вод собрали школьники МОУ СОШ №10 с. Заречный М.Ю. Серегин, И.И. Новиков, В.А. Егоренков под руководством учителя географии И.И. Курносовой. В школах Малоярославца и района реализовывались школьные проекты по родникам Подзык и Петриха, в Ердневской школе – по Пудову колодцу.

Опыт сбора материалов по родникам показывает, что желательно привлечение школьников и специалистов из районов области. Была разработана анкета для комплексного описания родников в полевых условиях. Через Калужский областной институт усовершенствования учителей эта экспресс-анкета была распространена среди учителей географии Калужской области.

Изучение водоносных горизонтов, питающих родники, их связи друг с другом, позволяет с известной долей вероятности определять особенности питания родников через зоны пополнения и так называемые гидрологические окна, связывающие различные водоносные горизонты, прогнозировать химические свойства родниковых вод.

Подводя итоги, можно констатировать, что в Калужской области изучено более 600 выходов подземных вод [27, с. 4-18]. Размещение родников

по территории очень неравномерно, что в некоторой степени определяется их фактической изученностью [16, с. 325-328].

Лишь незначительная часть выходов подземных вод региона имеет имена собственные. Некоторые из них повторяются неоднократно: Святой источник или колодец, Гремучий или Гремячий, Портомойка (Полоскалка), но встречаются порой и уникальные названия: Зык (Подзык или Подзыковский колодец), Зелёный крупец, Здоровец, Яндовище, Синий колодезь, Белый колодец.

Большая группа родников имя получила по названию населённого пункта: Сельцовский, Поповский и т. д. Единичные родники поменяли названия или имеют двойные имена: Цветной колодец (по некоторым сведениям до 1917 г. носил название Святой колодец), Басов колодезь (известен также как Баев или Боев) и т.д. Некоторые естественные выходы подземных вод в названии имеют мужские имена: Пудов колодец, Якушкин колодец. Родники при монастырях чаще всего называются источниками (без учёта механизма), но с добавлением имени особо почитаемых в их стенах святых (Тихоновский, Амвросиевский, Оптинский источники и т. д.) [29, с. 102-103]. С каждым годом увеличивается число благоустроенных купальнями выходов подземных вод. Однако недоучёт сведений по гидрогеологии территории может приводить к проблемам с функционированием этих выходов подземных вод (источник Боровского монастыря).

Дальнейший сбор информации о родниках продолжается на кафедре географии КГУ им. К.Э. Циолковского со сбором анкетных данных и нанесением их на сводную карту родников Калужской области.

Несомненно, что проводившиеся ранее исследования, как и продолжающиеся в наши дни, на основе обобщения передового опыта открывают возможности по следующим направлениям:

- создание детальной базы данных по естественным выходам вод (родников) Калужской области;
- картографирование родников и источников региона на сводной карте и создание единой ГИС системы по ним;
- выявление и дальнейшее закрепление сети пунктов наблюдений с целью создания рядов данных по отдельным параметрам геоэкологического состояния родников, в том числе и оценки их защищённости от негативных воздействий;
- продолжение изучения родниковой составляющей в питании водотоков, водоёмов и болот;



– уточнение перечня родников – памятников природы местного и регионального значения;

– продолжение разработки рекомендаций по охране и сохранению родников как объектов уникального природного наследия Калужской области с учётом их местной специфики.

Позиционная точность информации в базе данных обеспечивается использованием приборов GPS, а надёжность данных по родникам и родниковым ручьям возможна при комплексном использовании следующих источников информации:

– архивных материалов;  
– информации из фондов и отчётов;  
– литературных сведений;  
– картографических источников (различного времени, масштабов и тематики);

– данных натурных полевых и экспедиционных исследований;  
– фотографической информации;  
– данных лабораторных исследований.

Визуализация информации в базе данных по родникам Калужской области может быть представлена в следующих тематических слоях:

– распределение естественных выходов подземных вод по муниципальным районам;

– распределение родников по бассейнам рек;  
– классификация естественных выходов вод по дебиту;  
– химический состав родниковых вод;  
– геология естественных выходов подземных вод;  
– защищённость основных водоносных горизонтов, питающих родники и источники;

– ландшафтная характеристика естественных выходов подземных вод  
– использование родниковых вод;  
– экологические риски и возможность безопасного использования естественных выходов вод;

– санитарно-техническое состояние родников и родниковых водоёмов;  
– участие родников в питании поверхностных водоёмов;  
– родники и родниковые водоёмы – памятники природы;  
– оценка состояния родников и родниковых ручьёв селитебных территорий Калужской области.

Выводы:

1. Для рационального управления ресурсами необходима детальная информация об их наличии, качестве, возможности и перспективности дальнейшей эксплуатации. Поэтому создание базы данных по родникам Калужской области имеет исключительно практическую направленность.

2. Использование современных технологий позволит проводить постоянное пополнение базы новой информацией, поддерживая на современном уровне, уточняя и расширяя её содержание.

3. В настоящее время на территории Калужской области проводятся работы по созданию интерактивной карты родников. Пилотными территориями стали Малоарославецкий и Барятинский районы.

#### *Список литературы:*

1. Атлас Калужской области. – М.: ГУГК при СМ СССР, 1971. – 37 с.
2. Атлас Калужской области. – Калуга: Изд-во Бочкаревой, 2005. – 48 с.
3. Боголюбов, Н.Н. Материалы по геологии Калужской губернии (в двух частях). – Калуга: Издание Калужского Губернского Земства, 1904. – 354 с.
4. Вусович, Ю.А. Калужский городской водопровод за 50 лет его существования: 1886-1936. – Калуга, 1937. – 104 с.
5. Вусович, Ю. А. Медико-топографическое описание города Калуги / Калужск. окр. сан.-бактериолог. лаборатория. – Калуга: Окргзавотд., 1929. – 198 с.
6. Геологический атлас Калужской области / Составитель С.П. Бобров. – Калуга: Притяжение, 2007. – 72 с.
7. География Калужской области: учебное пособие. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1989. – 119 с.
8. Зуев, В.Ф. Путешественные записки Василья Зуева от С. Петербурга до Херсона в 1881 и 1782 году. – С.Пб.: При Императорской Академии наук, 1787. – 273 с.
9. Калужская губерния. Список населенных мест по сведениям. –СПб., 1859. – 209 с.
10. Кудрявцев, Н. Геологический очерк бассейнов Десны, Жиздры и Болвы. – СПб.: Типография Императорской Академии Наук, 1890. – 244 с.
11. Меленчук, В.И. Распределение, использование и гидроэкологическое состояние естественных выходов подземных вод в бассейне Верхней Оки: дис... канд. геогр. наук: 25.00.36. – Калуга, 2001. – 190 с.

12. Меленчук В.И. Естественные выходы подземных вод бассейна Десны в пределах Калужской области // Вопросы географии и геоэкологии. – 2006. – Вып. 5. – С. 24-28.
13. Меленчук, В.И. Родники Калужской области: изученность, состояние и перспективы использования: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Высшая естественнонаучная и математическая подготовка экономистов, менеджеров и государственных служащих». – 2008. – С. 81-87.
14. Меленчук, В.И., Корягин, П.В. Естественные выходы подземных вод в бассейне реки Жиздра на примере территории Думиничей и их окрестностей. // Вопросы географии и геоэкологии. – 2004. – Вып. 4. – С. 76-78.
15. Меленчук, В.И., Корягин, П.В. Естественные выходы подземных вод Мосальского района Калужской области. Опыт родниково-ландшафтного районирования. // Научные труды КГПУ им. К. Э. Циолковского. Серия: Естественные науки. – 2007. – С. 214-218.
16. Меленчук, В.И. К вопросам об использовании и учёте естественных выходов подземных вод и родниковых ручьёв на территории Калужской области: материалы XIII Всероссийской научной конференции «Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья». – 2009. – С. 325-328.
17. Новиков, В.П., Крюкова, Т.В. Источники подземных вод в долине реки Угра как объекты особой охраны: сборник тезисов докладов «Биологическое разнообразие Калужской области. Проблемы и перспективы развития особо охраняемых природных территорий». – 1996. – Ч. 1. – С. 22-25.
18. Новиков, В.П., Семенова, И.В., Коршунова, Л.А. Геолого-гидрохимическая и микробиологическая характеристика Троице-Екатерининских источников подземных вод. Природа и история Поугорья (краеведческие очерки). – Калуга, 1999. – С. 19-22.
19. Новиков, В.П., Воронкина, Н.В., Журавлёв, С.И., Семёнова, И.В. Биолого-гидрохимические особенности Поповского родника. Природа и история Поугорья (краеведческие очерки). – Калуга, 1999. – С. 22-24.
20. Новиков, В.П., Гарифуллина, З.А. Памятник природы «Родники на Выпрейке». // Природа и история Поугорья: краеведческие очерки. – Калуга: Полиграф-Информ, 2001. – Вып. 2. – С. 15-16.

21. Новиков, Н. Древняя российская гидрография, содержащая описание Московского государства рек, протоков, кладязей, и какие по ним города и урочища, и на каком оныя разстоянии. – СПб., 1773. – С. 121-122.
22. Петров, В.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области. – Калуга: Эйдос, 2003. – 440 с.
23. Путешествие антиохийского патриарха Макария в Россию в половине XVII века, описанное его сыном архидиаконом Павлом Алеппским: (По рукописи Моск. гл. арх. М-ва иностр. дел). / Пер. с араб. и предисл. Г. Муркоса От Днестра до Москвы. – М., 1897. – Вып. 2. – С. 133.
24. РГАДА Ф. 1209 Поместный приказ. Оп. 1. Д. 10326. Список с писцовых книг Боровскаго уезду письма и меры Василия Колычева да подьячего Василья [Разина-Рожнова] 137 и 138 годов.
25. РГАДА Ф. 1209. Оп.1. Д. 806. Книги Оболенского уезда вотчинным и поместным, и монастырским, и церковным, и оброчным, и порозжим землям письма и меры писцов Федора Васильевича Шушерина да подьячего Ивана Максимова 135 и 136 и 137 годов.
26. Семёнов, В.А., Семенова, И.В. Водные ресурсы и гидроэкология Калужской области. – Обнинск: Технограф, 2002. – 255 с.
27. Семёнов, В. А., Семенова, И.В., Меленчук, В.И., Ларионов, Е.А. Родники пригородов и городов Калужской области (на примере городов Малоярославца и Калуги). // Вопросы географии и геоэкологии. – 1998. – С. 4-18.
28. Туристские тропы Калужской области. / Сост. В.С. Зеленев. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1990. – 239 с.
29. Физическая география и природа Калужской области. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – С. 102-103.
30. Троица-Екатерининские минеральные источники Мещовского уезда Калужской губернии / В.Г. Хименков // Материалы по общей и прикладной геологии. [Вып. 13]. – Петроград: Кадима, 1917. – 19 с.

**Сложности формирования межевых планов,  
возникающие у студентов в процессе обучения**

**Л.А. Соколова, А.А. Слипец**

*Калужский филиал Российского государственного аграрного университета–  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Калуга*

В статье описываются основные ошибки, совершаемые студентами при формировании межевых планов в специальном программном обеспечении. Выявленные ошибки, как правило, связаны с недостаточным знанием студентами нормативных документов, регламентирующих кадастровую деятельность.

*Ключевые слова:* межевой план, ошибки при формировании межевых планов.

**Difficulties in the formation of boundary plans  
arising from students in the learning process**

**L.A. Sokolova, A.A. Slipets**

*Kaluga branch of the Russian Timiryazev State Agrarian University; Kaluga*

The article describes the main mistakes made by students in the formation of boundary plans in special software. The identified errors, as a rule, are associated with insufficient knowledge by students of normative documents regulating cadastral activities.

*Keywords:* boundary plan, errors in the formation of boundary plans.

Результатом работы кадастрового инженера является формирование таких документов, как межевые планы, технические планы и акты обследования. Программа направления подготовки «Землеустройство и кадастров» предусматривает изучение и формирование студентами всех этих документов в программе для кадастровых инженеров АРГО и ПроГео. Разбор затруднений, возникающих у студентов при формировании межевых планов актуален, так как, с одной стороны, позволяет эффективнее спланировать работу преподавателя по руководству обучающимися в данном направлении, с другой – проанализировать основные допускаемые ошибки, разобрать их причины и настроить студента на более продуктивную будущую профессиональную деятельность.

Цель работы: проанализировать ошибки студентов непосредственно в межевых планах и при их формировании в специальном программном обеспечении и предложить способы предупреждения таких ошибок.

Условия и методы: работа проводилась на занятиях по дисциплинам «Кадастр недвижимости и мониторинг земель» и «Технология кадастровых работ» Методы: наблюдение, обучение работе в программе для кадастровых инженеров АРГО и ПроГео, проверка межевых планов, обсуждение ошибок со студентами.

Одна из основных проблем, с которой сталкиваются студенты – это изучение нормативно-правовых актов в области кадастровой деятельности.

Само понятие «межевого плана», данное в 218-ФЗ [2], требует специального разъяснения, так как определение слишком длинное, и обучающиеся не всегда могут ухватить его суть. Как правило, ими запоминается, что межевой план составляется на основе кадастрового плана территории (далее – КПТ) или выписки из Единого государственного реестра недвижимости (далее – ЕГРН), а ведь суть понятия в том, что этот документ обобщает сведения о земельном участке из ЕГРН и новые сведения, полученные кадастровым инженером в результате кадастровых работ. Несмотря на то, что в рамках курсов «Геодезия» и «Прикладная геодезия» студенты выполняют геодезические съемки земельных участков, то есть определяют координаты характерных точек границ земельных участков, а затем обрабатывают их в соответствующих программах, они не связывают это с понятием «новые сведения о земельных участках», а главное – для них сложно воспроизвести это в определении межевого плана.

Следует отметить, что в любых нормативно-правовых актах определения крайне трудны для понимания, а особенно для воспроизведения, поскольку в них законодатели хотят охватить все случаи, из-за чего не всегда можно легко уловить основную идею.

Нормативно-правовая база, которую необходимо знать для правильного оформления межевых планов, довольно обширна: она включает изучение 218-ФЗ, 221-ФЗ, Приказов Минэкономразвития № 921, № 378, № 877 [1-4] и даже 122-ФЗ, в настоящее время утратившего силу, но в соответствии с этим документом выдавались Свидетельства о государственной регистрации права на земельные участки, они и сейчас являются документами-основаниями при межевании ранее учтенных земельных участков. Скрупулезное изучение указанных нормативных актов возможно только при заполнении образца старого Свидетельства о государственной регистрации

права (далее – Свидетельство), современных форм выписки из КПТ и выписки из ЕГРН на тот участок, для которого будет формироваться межевой план [5].

Сформировав эти документы, студенты начинают понимать, какие сведения вносятся в формы для составления подобных документов, а также насколько важно выполнение требования актуальности сведений в документах, на основании которых формируется межевой план. Для безошибочной работы по формированию межевых планов и эффективного обучения важна последовательность действий: вначале студент должен изучить и заполнить хотя бы минимальное количество исходных документов, необходимых для составления межевого плана, а затем приступить к его формированию.

Освоение программы АРГО и ПроГео при систематической работе у студентов не вызывает больших затруднений, проблема возникает в согласовании сведений, которые должны отражаться в межевом плане. Например, в настоящее время по информации Росреестра предельный срок подготовки межевого плана (без учета срока согласования границ земельного участка со смежными землепользователями) составляет 30 дней. Это прописывается в межевом плане как срок между датой заключения договора на выполнение кадастровых работ и датой подготовки документа, а также в датах получения выписки из ЕГРН и КПТ. Для студентов это выражается в обязательном согласовании дат во всех документах, подготавливаемых ими, и требует внимательной работы.

Проблема в том, что, пользуясь Интернетом и испытывая сложности при изучении законов, студенты в первую очередь обращаются не к нормативно-правовым актам в актуальной редакции, а ищут написанные понятным языком статьи, не уточняя, когда они были выложены в Сеть, соответствуют ли современному законодательству. При этом весь межевой план должен формироваться на основе пунктов Приказа Минэкономразвития 921 (далее – Приказа 921), студентам особенно хорошо необходимо изучить пункты 27, 29-35, 37-39, 40-43, 48, 58-62, 71-80, 82-87 [4].

Часто возникают затруднения формулирования результата работы кадастрового инженера. В реквизите «1» раздела «Общие сведения о кадастровых работах» указывается, в связи с чем выполняются кадастровые работы (п.27 Приказа 921) [3]. Следует обращать особое внимание студентов на идентичность написания формулировок не только в 1-м реквизите межевого плана, но и в заключении кадастрового инженера.

В пп. 40-43, 48 Приказа 921 описаны требования к обозначению земельных участков в текстовой части межевого плана и на чертеже. Для ускорения процесса работы (обучения) необходимо свести эти требования в виде таблицы, которые на начальных этапах предлагается использовать студентами как справочные данные.

В раздел «Исходные данные» первыми включаются сведения о документах, содержащих сведения ЕГРН, – на это приходится обращать внимание каждого студента в процессе формирования межевого плана несмотря на то, что это четко прописано в Приказе 921 [4] и обязательно озвучивается в теоретическом курсе.

В том же разделе изменились требования к описанию геодезической основы, использованной при подготовке межевого плана. По рекомендации Кадастровой палаты ряда регионов РФ, в том числе Калужской области, в межевой план должны вноситься сведения только о пунктах государственной геодезической сети (далее – ГГС), пункты опорной межевой сети не используются, поскольку работа от пунктов ГГС предполагает повышение точности измерений координат характерных точек границ земельных участков, сроки проверки их сохранности должны входить в период формирования межевого плана.

У студентов вызывает затруднение согласование сроков действия свидетельства средства измерений (геодезического оборудования) и свидетельства о поверке прибора; а также согласование этих сроков со сроками исполнения договора на выполнение кадастровых работ.

Площадь земельного участка должна соответствовать предельным минимальным и максимальным размерам для данной категории земель и вида разрешенного использования. Эти данные берутся из Правил землепользования и застройки соответствующего муниципального района, размещенном на официальном сайте администрации.

Раздел «Заключение кадастрового инженера» (п.69 Приказа 921) «оформляется кадастровым инженером в виде связного текста» [4]. В Заключении описывается, в связи с чем проводятся кадастровые работы, указывается кадастровый номер земельного участка (или учетный номер, если есть), адрес (при уточнении), обязательно – номер договора подряда и дата его заключения, документы-основания; минимальные и максимальные размеры ЗУ для конкретного вида разрешенного использования и ссылка на документ, который их устанавливает.



В случае расхождения площадей по данным ЕГРН и фактическому использованию указывается документ, по которому площадь земельного участка может быть увеличена или уменьшена на определенную величину. Указывается зона картографической проекции – для Калужской области это зона 1. Со ссылками на 218-ФЗ и 921 Приказ минэкономразвития обосновывается, нужен ли Акт согласования [2; 4]. Описываются все сложности и нестандартные ситуации или сведения, поясняющие работу кадастрового инженера, необходимые для положительного решения кадастровой палаты о государственном кадастровом учете (ГКУ) земельного участка или внесение новых сведений в ЕГРН.

Если кадастровый инженер проводит работы по уточнению границ и площади земельного участка, то он должен обосновать местоположение уточненных границ земельного участка; например, приводит сведения, документы, карты (планы), фотопланы местности (с датой создания), в соответствии с которыми границы земельного участка на местности существуют пятнадцать и более лет; описывает действия по установлению информации о правообладателях смежных земельных участков.

Границы земельных участков могут пересекать границы кварталов, но не могут пересекать границы смежных земельных участков, муниципальных образований, населенных пунктов, территориальных зон, лесничеств, лесопарков [1]. В случае если в ходе кадастровых работ выявлены такие пересечения, в «Заключении КИ» приводятся предложения по устранению выявленных ошибок, дается фрагмент описания местоположения границы таких объектов с правильными значениями координат характерных точек.

В «Заключении кадастрового инженера» обязательно указываются сведения о кадастровом инженере. На протяжении достаточно большого времени изучения дисциплин профессионального цикла студентам крайне сложно дается вопрос самостоятельного написания заключения. Поэтому на начальных этапах важно подготовить шаблоны заключений кадастрового инженера на разные случаи кадастровых работ, что в будущем позволяет более эффективно и грамотно составлять такие заключения.

Большого внимания требует составление Акта согласования (п.81-87 Приказа 921) [4], при этом студенты начинают понимать, с кем из соседей необходимо согласование границ, а с кем нет; осваивают такие понятия, как граница «ранее согласована», «согласована в индивидуальном порядке»; как происходит согласование, если земельный участок граничит с землями общего пользования; в каких случаях и от кого из соседей, или председателя

СНТ, другого уполномоченного (заинтересованного) лица требуются те или иные документы; что пишется в извещении о согласовании границ, как и куда оно направляется.

Во всех разделах Графической части межевого плана к чертежам требуется легенда. Один из вариантов создания легенды – выбор условных обозначений из Справочника в программе. Однако студенты путаются в понятиях «часть границы земельного участка» и «граница части земельного участка», в обозначении точек старых, новых, «умирающих» (прекращающих свое существование) – цветом и шрифтом.

При работе в программе АРГО требуется особое внимание при работе со слоями, поскольку каждый графический раздел должен выполняться на отдельном слое. Любые действия в программе АРГО по изменению данных в чертеже или легенде должны сопровождаться новым выбором соответствующего чертежа.

Схема геодезических построений может выглядеть по-разному [6]. Сложность формирования схемы заключается в том, что в текстовой части межевого плана не приводятся координаты точки съемочного обоснования, однако от этой точки необходимы геодезические построения по отношению к пунктам геодезической сети и к характерным точкам земельного участка.

Для студентов гораздо большее затруднение представляет не построение чертежей в программе, а их чтение в готовом межевом плане. Для решения этой проблемы нами был создан «Атлас заданий по исполнению графической части межевых планов».

Большинство из обозначенных проблем – «проблемы роста» знаний и умений студентов, если они последовательно и скрупулезно моделируют действия от ручного заполнения выписок из ЕГРН, межевого плана в текстовом редакторе до формирования его в специальном программном обеспечении, то ошибки быстро устраняются. Важной особенностью является расстояние всех максимально возможных видов кадастровых работ.

Таким образом, для безошибочного формирования межевых планов в любой программе для кадастровых инженеров важно изучение нормативно-правовых актов в актуальной редакции и отслеживание их изменений. Реально это возможно только при заполнении форм соответствующих документов. Основная задача преподавателя – приучить студентов к постоянному обращению к НПА при подготовке каких-либо документов в сфере профессиональной деятельности.

Для мотивирования студентов к изучению нормативно-правовых актов нами разработан блок вопросов, проверяющих знание студентом требований законодательства по заполнению формы межевого плана, выписок из ЕГРН и КПП; тестовые задания, выполняющие не только контролирующие, но и обучающую функции; требования к профессиональному конкурсу для студентов по формированию межевых планов; создан «Атлас заданий по исполнению графической части межевых планов».

*Список литературы:*

1. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 30.04.2021).
2. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 30.04.2021).
3. Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70088/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/) (дата обращения: 30.04.2021).
4. Приказ Минэкономразвития России от 08.12.2015 № 921 (ред. от 14.12.2018). «Об утверждении формы и состава сведений межевого плана, требований к его подготовке» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.01.2016 № 40651) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71312176/> (дата обращения: 30.04.2021).
5. Приказ Министерства экономического развития РФ от 20 июня 2016 г. № 378 (ред. от 21.10.2019) «Об утверждении отдельных форм выписок из Единого государственного реестра недвижимости, состава содержащихся в них сведений и порядка их заполнения, а также требований к формату документов, содержащих сведения Единого государственного реестра недвижимости и предоставляемых в электронном виде, определении видов предоставления сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости, и о внесении изменений в Порядок предоставления сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости, утвержденный приказом Минэкономразвития России от 23 декабря 2015 г. № 968» [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_203841/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203841/) (дата обращения: 30.04.2021).

6. Соколова, Л.А., Слипец, А.А., Васильева, В.А Сравнительный анализ схем геодезических построений для межевых планов: материалы региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием. – 2019. – С. 97-102.

# Медицина

УДК 616-008.6

## **Первые результаты обследования пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию: старт программы «Дыши легко»**

**А.Н. Романова, Т.Е. Алешина**

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

В статье описана программа «Дыши легко», посвященная реабилитации пациентов, переболевших COVID-19 и нуждающихся в ней. Реабилитация нацелена на восстановление функций главным образом дыхательной системы. Статья описывает цели, задачи программы, методику исследований и составления паспортов здоровья пациентов, некоторые показатели здоровья пациентов на входе в программу.

*Ключевые слова:* COVID-19, реабилитация, проба Генчи, проба Штанге, сатурация, частота сердечных сокращений, экскурсия грудной клетки.

## **First results of examination of patients who have undergone coronavirus infection: start of the "Breathe Easy" program**

**A.N. Romanova, T.E. Aleshina**

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

The article describes the Breathe Easy program, dedicated to the rehabilitation of patients who have had COVID-19 and need it. Rehabilitation is aimed at restoring functions, mainly of the respiratory system. The article describes the goals, objectives of the program, research methodology and preparation of patient health passports, some indicators of patients' health at the entrance to the program.

*Keywords:* COVID-19, rehabilitation, Genchi's test, Stange's test, saturation, heart rate, chest excursion.

Главной проблемой 2020 года стала коронавирусная инфекция COVID-19, которая затронула здоровье миллионов людей по всему земному шару. По данным газеты «Коммерсантъ» (ссылающихся на данные Университета Джонса Хопкинса), на 25 февраля 2021 года число погибших в мире превысило 2,5 млн, где Россия по числу смертей, связанных с COVID-19, занимает

восьмое место (83,5 тыс.) [1]. По данным Роспотребнадзора, в мире по состоянию на 14 апреля 2021 года выявлено 137 244 239 заболевших COVID-19 [2].

Многие симптомы после перенесенной коронавирусной инфекции сохраняются длительное время, что обуславливает необходимость реабилитации таких пациентов [3]. Заболевание затронуло студентов и преподавателей КГУ им. К.Э. Циолковского, в результате чего возник вопрос разработки и организации программы реабилитации «Дыши легко».

#### **Создатели и организаторы программы «Дыши легко»:**

##### *1. Институт социальных отношений:*

сотрудники – Лыфенко А.В., Астахов А.В., Соломатникова Н.Г., Рыжикова Н.В.

студенты – Котова Ю., Изетова Д., Прохорова А., Козлова А., Сафонов Ф., Галкина А., Климова Е.

##### *2. Медицинский институт:*

сотрудники – Смирнова Г.О., Романова А.Н., Пичугина И.М., Филимонов Т.М.

студенты – Романова А., Умеров Д., Зюзина А., Шахнова Е., Демина Д.Р., Зейналова М.М.

##### *3. Институт естествознания:*

сотрудники – Алешина Т.Е.

студенты – Ушакова А., Тюфтякова Т., Белькова А., Данильцева Д., Волкова Я., Щукина А.

#### **Участники программы «Дыши легко»:**

Сотрудники и студенты КГУ им. К.Э. Циолковского, нуждающиеся в реабилитации после перенесения COVID-19.

#### **Цели программы «Дыши легко»:**

1. Реабилитация лиц, переболевших COVID-19;
2. Формирование профессиональных компетенций студентов при погружении их в проектную профессиональную деятельность;
3. Формирование устойчивого профессионального интереса студентов к научно-исследовательской деятельности.

#### **Задачи программы «Дыши легко»:**

1. Разработка программы «Дыши легко», информирование преподавателей и студентов.

2. Подбор методик исследования уровня здоровья и функционирования кардиореспираторной системы.

### **Формирование групп испытуемых**

Измерение антропометрических, физиометрических параметров в покое и при выполнении функциональных проб, в том числе с физической нагрузкой.

Осмотр терапевта, оценка уровня аэробной выносливости и функционального состояния кардиореспираторной системы человека, заключение о возможном уровне физических нагрузок.

Разработка комплекса упражнений индивидуальной программы реабилитации.

Реабилитационная программа с физическими упражнениями с медицинским сопровождением.

Повторное исследование состояния здоровья реабилитируемых.

Определение эффективности программы.

### **Критерии включения в программу «Дыши легко»:**

1. Перенесение COVID-19 с подтверждением (ПЦР-тест на COVID-19, наличие Ig M, G к COVID-19, компьютерная томография с диагностированием вирусной пневмонии).

2. Выздоровление (отрицательный ПЦР-тест на COVID-19).

3. Необходимость реабилитации по субъективной оценке состояния здоровья (наличие одышки, тахикардии и др.).

**Цель стартового этапа:** формирование паспортов здоровья комплексного обследования реабилитируемых лиц, переболевших COVID-19 в программе «Дыши легко».

### **Задачи стартового этапа:**

– подпись информированного добровольного согласия.

– термометрия.

– измерение антропометрических показателей.

– измерение физиометрических показателей в покое для оценки состояния: сердечно-сосудистой; дыхательной, мышечной систем.

– измерение показателей кардиореспираторной системы при функциональных пробах: ортостатической пробе, пробе Штанге простой, пробе Штанге с физической нагрузкой, пробе Генчи.

– заключение терапевта.

### **Материалы и методы исследования**

На данный момент в исследование включены 3 мужчин и 12 женщин в возрасте от 19 лет до 61 года.

Температуру тела измеряли термометром инфракрасным бесконтактным Bergcom JXB-183, длину тела – ростомером «Диакомс» 19459, массу тела – весами медицинскими настольными Твес ВМЭН-150-50/100-Д2-А, экскурсию грудной клетки и обхват талии – сантиметровой лентой (рис. 1).



Рисунок 1 – Оборудование для термометрии и антропометрии: а – термометр, б – ростомер, в – весы, г – сантиметровая лента

Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ, кг/м<sup>2</sup>).

Артериальное давление определяли тонометром механическим (с фонендоскоп в комплекте) LITTLE DOCTOR LD-71, сатурацию пульсоксиметром медицинским Choicemmed MD300C2 (пальчиковым), электрокардиограмму снимали электрокардиографом MEDINOVA ECG-9803, частоту сердечных сокращений (ЧСС) определяли с помощью секундомера механического СОСпр - 2б - 2-000 (рис. 2).





Рисунок 2 – Оборудование для измерения показателей сердечно-сосудистой системы: а – электрокардиограф, б – пульсоксиметр, в – секундомер, г – тонометр с фонендоскопом

Следующие показатели дыхательной системы определяли с помощью спирографа микропроцессорного портативного СМП-21/01- «Р-Д» (рис. 3):

- ✓ минутный объем дыхания (МОД), л;
- ✓ жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л;
- ✓ форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), л;
- ✓ объем форсированного выдоха на 1 секунду (ОФВ1), л;
- ✓ индекс Тиффно, %;
- ✓ дыхательный объем (ДО), л;
- ✓ резервный объем вдоха (РОВд), л;
- ✓ резервный объем выдоха (РО выд), л;
- ✓ частота дыхания, дд/мин;
- ✓ максимальная вентиляция легких (МВЛ), л.



Рисунок 3 – Spiрограф

Силу мышц сгибателей кистей измеряли динамометром кистевым ДК-100 (рис. 4). Для выполнения функциональных проб использовалась степ-платформа, метроном WM-236 механический, секундомер механический СОСпр - 26 - 2-000 (рис. 4).

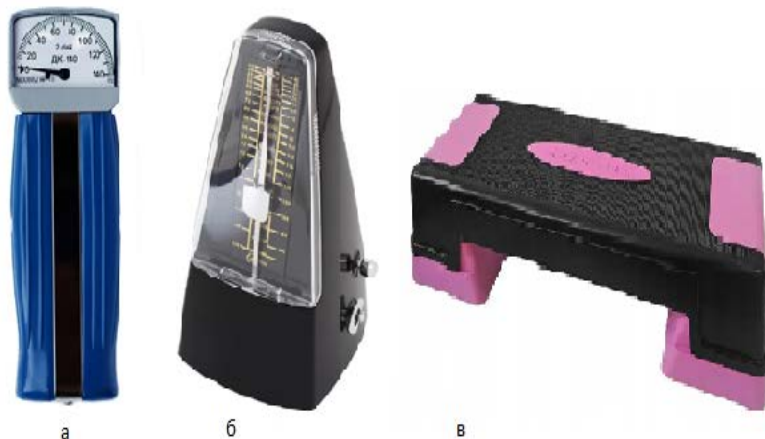


Рисунок 4 – Оборудование для проведения функциональных проб: а – динамометр, б – метроном, в – степ-платформа

Некоторые первые результаты обследования пациентов программы «Дыши легко» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Первичные данные участников программы «Дыши легко»

| Возраст, годы | Пол | Длительность болезни | С момента выздоровления до включения в программу прошло | Пневмония при COVID-19 | ЧСС, уд/мин*** | Сатурация, % | Простая проба Штанге, сек | Проба Генчи, сек | Экспурия грудной клетки, см |
|---------------|-----|----------------------|---|------------------------|----------------|--------------|---------------------------|------------------|-----------------------------|
| 42            | ж*  | 40 дней              | 4 месяца  | да                     | 86             | 98           | 28                        | 7                | 4                           |
| 50            | м** | 29 дней              | 1 месяц   | да                     | 78             | 99           | 45                        | 30               | 4                           |
| 60            | ж   | 21 день              | 2 месяца  | да                     | 74             | 97           | 36                        | 17               | 2                           |
| 37            | ж   | 32 дня               | 7,5 месяцев   | да                     | 90             | 99           | 27                        | 18               | 1                           |
| 48            | ж   | 22 дня               | 4 месяца  | да                     | 64             | 98           | 30                        | 25               | 6                           |
| 46            | ж   | 38 дней              | 4 месяца  | нет                    | 69             | 97           | 33                        | 19               | 3                           |
| 19            | ж   | 18 дней              | 5 месяцев   | нет                    | 90             | 100          | 35                        | 26               | 7                           |
| 40            | м   | 29 дней              | 2 месяца  | нет                    | 54             | 97           | 55                        | 15               | 17                          |
| 49            | ж   | 30 дней              | 1 месяц   | нет                    | 88             | 98           | 10                        | 26               | 7                           |
| 32            | ж   | нет                  |   | нет                    | 92             | 99           | 21                        | 18               | 3                           |
| 19            | ж   | нет                  |   | нет                    | 100            | 100          | 66                        | 41               | 5                           |
| 46            | ж   | нет                  |   | нет                    | 60             | 97           | 35                        | 20               | 3                           |
| 51            | м   | нет                  |   | нет                    | 89             | 99           | 85                        | 37               | 3                           |
| 50            | ж   | нет                  |   | нет                    | 70             | 99           | 19                        | 17               | 8                           |
| 61            | ж   | нет                  |   | нет                    | 61             | 96           | 20                        | 9                | 2                           |

Примечание: \*ж – женский пол; \*\*м – мужской пол; \*\*\*уд/мин – ударов в минуту

В исследованиях фиксировали время начала и окончания болезни, определяли ее длительность, а также время, прошедшее с момента окончания болезни до момента включения пациента в программу, наличие пневмонии.

С подтвержденным диагнозом перенесенного COVID-19 исследовано 9 человек, 6 человек с предполагаемым диагнозом COVID-19. Из пациентов с подтвержденным диагнозом у 5 наблюдалась пневмония, у остальных участников программы пневмония не зарегистрирована. ЧСС в пределах нормы находится только у 7 человек, 3 из которых – с неподтвержденным диагнозом, у 7 человек тахикардия, 3 из которых – с неподтвержденным диагнозом, у 1 – брадикардия.

Результаты пробы Штанге у 7 человек оцениваются плохо (менее 30 сек), у 4 – удовлетворительно (30-40 сек), у 2 – хорошо (40-60 сек) и у 2 – отлично (более 60 сек). У всех пациентов, имеющих тахикардию, плохой (4 человека) или удовлетворительный результат (1 человек) пробы Штанге, кроме 2 пациентов в группе без подтверждения диагноза, – тахикардия сопровождается отличным результатом пробы Штанге.

Проба Генчи показала еще более слабые результаты: у 9 человек оценивается плохо (менее 25 сек), у 4 человек – удовлетворительно (25-30 сек), у 1 человека – хорошо (30-40 сек), у 1 человека – отлично (более 40 сек). Стоит отметить, что хороший и отличный результат снова в группе неподтвержденного диагноза относится к тем же пациентам, у которых была отличная проба Штанге.

Экскурсия грудной клетки слабого (менее 4 см) или среднего уровня (5-9 см) у всех исследуемых, кроме мужчины, имеющего брадикардию, нормальный уровень сатурации, хороший результат пробы Штанге, но плохой пробы Генчи. Очевидно, что высокий показатель задержки дыхания на вдохе обусловлен достаточным развитием грудной клетки, а низкий показатель пробы Генчи может быть связан с брадикардией.

Сатурация на момент обследования у всех пациентов в пределах нормы (выше 95%). Таким образом, дыхательная функция крови компенсирована напряжением кардиореспираторной системы.

По представленным в данной работе данным прослеживается необходимость реабилитации пациентов, перенесших COVID-19. Прочие данные, собранные в рамках программы «Дыши легко», планируется обсудить в последующих публикациях.

*Список литературы:*

1. Коммерсантъ. Новости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4704771>.
2. Стопкоронавирус.рф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80aesfpebagmflc0a.xn--p1ai/>.
3. Временные методические рекомендации: медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции COVID-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/187/original/31072020\\_Reab\\_COVID-19\\_v1.pdf](https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/187/original/31072020_Reab_COVID-19_v1.pdf).

УДК 616.9

**ВИЧ-инфекция – глобальная проблема современности**

**И.В. Штанина**

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

ВИЧ-инфекция во всем мире является социально значимым заболеванием уже 40 лет, но лекарственного средства, радикально избавляющего от этой болезни, еще не найдено. Научные изыскания направлены на оптимизацию процесса лечения ВИЧ-инфекции для повышения приверженности пациентов к терапии, на поиск эффективных средств профилактики заболевания при высоком риске заражения.

*Ключевые слова:* ВИЧ-инфекция, антиретровирусная терапия, резистентность ВИЧ, предэкспозиционная и постконтактная профилактика.

**HIV infection is a global problem of modernity**

**I.V. Shtanina**

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

HIV infection around the world has been a socially significant disease for 40 years, ut a drug that radically eliminates this disease has not yet been found. Scientific research is aimed at optimizing the treatment process to increase patient adherence to therapy, to find effective means of preventing the disease risk of infection.

*Keywords:* HIV infection, antiretroviral therapy HIV resistance pre-exposure and post-exposure prophylaxis.

Пандемия ВИЧ-инфекции длится уже 40 лет! Несмотря на прогресс в борьбе с этим социально-значимым заболеванием, вылечить его по сей день невозможно.

При ВИЧ-инфекции сохранить здоровье и жизнь можно только с помощью лекарств – антиретровирусная терапия (далее – АРТ), препятствующая размножению вируса в организме и уменьшающая риск передачи вируса другим людям, продлевая жизнь человеку с ВИЧ.

По данным Всемирной организации здравоохранения, ВИЧ уже унес почти 33 миллиона человеческих жизней. Сегодня во всем мире проживает с диагнозом «ВИЧ-инфекция» около 40 млн. человек, из них 26 млн. получают АРТ (68% от общего количества инфицированных, причем у 59% из них вирус иммунодефицита удалось ослабить, тем самым исключить риск заражения других людей (то есть достигнута неопределяемая вирусная нагрузка). Подавляющее большинство (85%) беременных, живущих с ВИЧ, также получали АРТ – это 100% профилактика передачи ВИЧ новорожденным.

Российская Федерация занимает 4-е место в мире после ЮАР, Нигерии и Мозамбика по скорости появления новых случаев и 1-е место в Европе по заболеваемости ВИЧ-инфекцией [1].

В России общее количество зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции среди граждан РФ составляет 1 465 102 человека, из них 371 052 (25%) умерли, причем каждый четвертый – от ВИЧ-инфекции. Сегодня в России проживает с диагнозом «ВИЧ-инфекция» 1 094 050 человек (0,7% населения страны).

В 2019 году более 90 000 россиян узнали, что инфицированы ВИЧ. Ежегодно растет число умерших от ВИЧ, около 250 человек ежедневно узнают, что заражены.

Случаи ВИЧ-инфекции зарегистрированы во всех субъектах РФ. Заболеваемость составляет 64,5 на 100 тыс. населения (число впервые выявленных случаев за год на 100 тыс. населения). Лидируют по заболеваемости районы Урала, Сибири (экономически успешные). Уже в 24 субъектах РФ заболеваемость превышает среднероссийское значение, там проживает около 43% всего населения страны и более половины всех новых случаев было зарегистрировано именно на этих территориях [2; 3].

Ежегодно отмечается рост числа регионов с высокой пораженностью. Пораженность по РФ составляет 728,2 на 100 тысяч населения, высокопораженные регионы: Кемеровская, Иркутская, Свердловская,

Самарская, Оренбургская, Челябинская области, Ханты-мансийский округ и еще 15 субъектов РФ.

Заболевают люди любого возраста, в группе риска остается молодежь, однако сегодня всё больше в эпидемию вовлекаются граждане от 30 до 60 лет (80% выявленных случаев). Сегодня в общем населении от 15 до 49 лет с диагнозом «ВИЧ-инфекция» живет каждый сотый (1,4% населения), среди мужчин 35-39 лет – 3,3%. Последние годы доминирует половой путь передачи (65%), остается актуальным наркотический (каждый третий из вновь выявленных). Речь идет уже о генерализации эпидемии (распространение болезни в общей популяции среди социально-адаптированных граждан).

По последним данным, около 70% инфицированных ВИЧ россиян состоят на диспансерном учете в СПИД-центрах, из них 68,8% получают АРТ (это – 48,5% от всех живущих с ВИЧ), среди принимающих лекарства – 76% имеют неопределяемую вирусную нагрузку (мало вируса в крови, следовательно, это снижение риска передачи ВИЧ и повышение возможности сохранить здоровье) [2; 3].

В Калужской области зарегистрировано более 4000 случаев ВИЧ-инфекции, ежегодно около 250 человек узнают, что инфицированы, болезнь регистрируются во всех районах области. Граждане заражаются при незащищенных половых контактах (более 60% выявленных случаев), каждый четвертый инфицируется ВИЧ наркотическим путем. В развитии эпидемического процесса ВИЧ-инфекции на территории области, как и в РФ, преобладают лица 30-50 лет и старше – 86,5% [3].

Случаи ВИЧ-инфекции зарегистрированы во всех муниципалитетах. Пораженность по области составляет 256,9 на 100 тысяч населения, в 2,8 раза ниже, чем в РФ, заболеваемость ВИЧ-инфекцией за 2020 г. составила 23,6 на 100 тыс. населения. Территории риска – Калуга, Обнинск, Боровский, Жуковский, Малоярославецкий, Дзержинский, Людиновский, Козельский, Кировский, Думиничский, Сухиничский районы.

К сожалению, много пациентов выявляются на поздних стадиях ВИЧ-инфекции (СД 4 <350 кл/мкл) – более 30% (такие показатели указывают на высокий риск развития тяжелого заболевания и сокращение продолжительности жизни). Позднее выявление происходит из-за нежелания граждан проходить систематическое обследование на ВИЧ – процедура добровольная в соответствии с законодательством РФ (обязательному тестированию подлежат отдельные категории граждан, например, медицинские работники, беременные, трудовые мигранты и другие) [4].

ВИЧ-инфекция – это хроническое контролируемое заболевание, вызванное вирусом иммунодефицита человека (ранее и далее – ВИЧ) и характеризующееся поражением иммунной системы до формирования синдрома приобретенного иммунодефицита – СПИДа (терминальная стадия ВИЧ-инфекции).

В организме репликация вируса происходит в CD4-T-лимфоцитах – они гибнут, и система клеточного иммунитета перестает защищать организм, присоединяются оппортунистические инфекции (пневмоцистная пневмония, генерализованные грибковые и герпетические инфекции, туберкулез, токсоплазмоз, опухоли)

Источник ВИЧ-инфекции – человек, инфицированный ВИЧ, может передать ВИЧ другим людям сразу с момента заражения и далее на протяжении всей своей жизни, поэтому в настоящее время встретиться с инфицированным ВИЧ человеком может каждый. Заразиться можно при незащищенных половых контактах, через контаминированную вирусом кровь (например, при употреблении наркотиков), заражение ребенка возможно от ВИЧ-положительной матери внутриутробно, во время родов и при кормлении грудью (так как ВИЧ содержится в грудном молоке). Бытовые контакты с точки зрения заражения ВИЧ не опасны [5].

Определить наличие ВИЧ в организме можно только по анализу крови на ВИЧ (через 2-3 месяца после возможного заражения, так как у болезни есть «скрытый период»). В нашем регионе ежегодно обследуется более 20% населения. Делать это нужно систематически, чтобы своевременно выявить болезнь и сохранить жизнь. Для скрининга применяются ИФА-тесты (иммуноферментный анализ-тест, определяющий антитела, которые выработались в организме в ответ на вирус). Положительный ИФА-тест перепроверяют иммуноблотом: если он тоже положителен, только тогда ставится диагноз. После установления диагноза все инфицированные ВИЧ граждане подлежат диспансерному наблюдению и лечению в СПИД-центре (пациент подписывает добровольное информированное согласие) [3; 6; 7].

В России на средства государственного бюджета осуществляется лечение ВИЧ-инфекции антиретровирусными препаратами (ВААРТ — высокоактивная терапия, при которой принимаются 3 и более противовирусных препарата).

Учитывая пожизненный прием большого количества лекарств, крайне важна приверженность пациента к терапии, так как отказ от лечения приводит к повышению вирусной нагрузки в крови и ухудшению показателей



иммунной системы. Прерывание назначенной схемы терапии способствует формированию резистентности вируса к лекарствам – в этой ситуации будет сложнее подобрать эффективные препараты, к которым вирус еще не выработал устойчивость.

Сегодня в рекомендации по лечению ВИЧ-инфекции включены препараты, отличающиеся лучшей переносимостью, что позволяет реже прерывать терапию, например, долутегравир и эфавиренз. Кроме того, для удобства пациентов и повышения их комплаентности к лечению созданы комбинированные таблетированные формы и первый инъекционный препарат — «Кабенува» (рилпивирин с каботегравиром), который вводится внутримышечно 1 раз в месяц или 1 раз в 2 месяца (многочисленными исследованиями доказана его высокая эффективность). Препарат предназначен для поддерживающего лечения взрослых пациентов с ВИЧ-инфекцией с неопределяемым уровнем вирусной нагрузки (вируса в крови менее 50 копий/мл) [1; 3; 8].

Широко проводятся исследования по использованию АРТ в профилактических целях. Установлено, что ВИЧ-инфицированные с подавленной вирусной нагрузкой не могут передавать вирус своим ВИЧ-отрицательным партнерам. Поэтому в настоящее время рекомендовано начинать АРТ-терапию как можно раньше – сразу после установления диагноза. Рекомендован также прием АРП-препаратов неинфицированными ВИЧ-лицами для предупреждения заражения. Выделяют предэкспозиционную (доконтактную) и постэкспозиционную (постконтактную) профилактику заболевания.

Постэкспозиционная профилактика заражения ВИЧ – это прием антиретровирусных препаратов в течение 28 дней, причем первая доза вводится в течение 72 часов после ситуации с риском заражения.

Предэкспозиционная профилактика особенно актуальна для уязвимых групп (дискордантные пары: один партнер с ВИЧ-инфекцией, другой – нет или потребители наркотиков). ВОЗ рекомендована схема 2+1+1, то есть за сутки до вступления в половые отношения принимаются 2 таблетки АРП, потом через 24 часа – еще 1 таблетка и через 48 часов – последняя таблетка [1].

В 2020 году ВОЗ подтвердило качество, безопасность и эффективность вагинального кольца с дапивирином как средства доконтактной профилактики. Европейское агентство уже рекомендовало его к использованию в странах Африки, где высокая пораженность ВИЧ-

инфекцией, причем 60% новых случаев регистрируется среди женщин. В настоящее время подтверждена высокая эффективность в доконтактной профилактике ВИЧ внутримышечных инъекций ингибитора интегразы ВИЧ-каботергавира, он вводится 1 раз в 2 месяца. Заявка на регистрацию этого препарата будет подана уже в этом году [3; 8].

Наука продвигается вперед и сегодня, благодаря современным препаратам, разработанным схемам лечения, ВИЧ-инфекция – уже не смертельный диагноз, она стала хронической болезнью, которую можно контролировать антиретровирусной терапией. АРТ не только позволяет жить полноценной жизнью инфицированным ВИЧ людям, рожать здоровых детей, но и, подавляя вирусную нагрузку, препятствует передаче вируса другим, что тормозит распространение эпидемии.

#### *Список литературы:*

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.who.int](http://www.who.int).
2. Федеральный научно-методический центр по профилактике и борьбе со СПИД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [hivrossia.info](http://hivrossia.info).
3. Калужский областной специализированный центр инфекционных заболеваний и СПИД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn---8sbalcgttkqsqhtu3b.xn--p1ai/>.
4. Закон РФ от 30.03.95 № 38-ФЗ «О предупреждении распространения в Российской Федерации заболевания, вызываемого вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ-инфекции)».
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 11 января 2011 г. № 1"Об утверждении СП 3.1.5.2826-10 "Профилактика ВИЧ-инфекции" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12184824/>.
6. До и послетестовое консультирование как профилактика передачи ВИЧ-инфекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orenbro.ru/do-i-posletestovoe-konsultirovanie-kak-profilaktika-peredachi-vich-infekcii/>.
7. Методические рекомендации о проведении обследования на ВИЧ-инфекцию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902069128>.
8. Life4me.plus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://life4me.plus/ru/>.

# Современные технологии в бизнесе и управлении

УДК 004.4

**А.М. Донецков**

## **Основа качественного образования – автоматизация проектирования расписания учебных занятий**

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

В данной работе описывается автоматизированная система проектирования расписания учебных занятий вуза «Расписание», разработанная автором. В статье подробно описывается настройка программы под конкретный университет и возможности системы получения качественного расписания. Автором рассмотрены примеры формирования критериев оценивания получаемого расписания учебных занятий. Также приведено описание выходных документов, формируемых программным продуктом «Расписание».

*Ключевые слова:* расписание, оптимизация, проектирование, требования, качество.

## **The basis of quality education - automation of the design of the schedule of training sessions**

**A.M. Donetskov**

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

This paper describes the automated system for designing the schedule of lessons of the university "Timetable", developed by the author. The article describes in detail the setting of the program for a specific university and the possibilities of the system for obtaining a high-quality timetable. The author considers examples of the formation of criteria for evaluating the resulting timetable of training sessions. There is also a description of the output documents generated by the program "Timetable"

*Keywords:* timetable, optimization, design, requirements, quality.

Качество организации учебного процесса любого университета зависит от методически правильного построенного расписания учебных занятий.

Каждое высшее учебное заведение имеет своё утвержденное положение об учебном расписании.

Расписание должно содержать следующую информацию:

- наименование учебной дисциплины (учебного занятия);
- вид учебного занятия (лекция, семинар и т.д.);
- время (дату) проведения учебного занятия (устанавливается в пределах между временем начала и окончания учебных занятий, установленных в Правилах внутреннего распорядка Университета);

- место проведения учебного занятия;
- преподаватель, проводящий учебное занятие (с указанием должности)

К расписанию предъявляются методические требования:

- обеспечивать опережение чтения лекций по сравнению с практическими, семинарскими или лабораторными занятиями;

- учитывать принцип чередования различных по характеру и сложности учебных дисциплин;

- обеспечивать рациональное использование аудиторного и лабораторного фонда, специализированных учебно-методических кабинетов и компьютерных классов;

- учитывать особенности, связанные с переходами из одного учебного корпуса (аудитории) в другой;

- учитывать индивидуальной занятость профессорско-преподавательского состава;

- расписание может учитывать отдельные пожелания преподавателей, если они не нарушают организацию учебного процесса вуза;

- лекции желательно планировать в расписании учебных занятий в начале учебного дня, по возможности, исключать проведение лекционных занятий в течение шести академических часов подряд.

Существует большое количество программных продуктов по составлению расписания учебных занятий: 1С [1], «Магеллан» [2], программа «Экспресс-Расписание» [3], программа «Ректор-Вуз» [4] и т.д.

Расписание бывает двух типов:

1. Так называемая стандартная неделя (числитель/знаменатель). Учебное заведение обучается весь семестр по данному расписанию.

2. Плавающее расписание, которое составляется на каждый день учебного процесса.

Автором описывается программа «Расписание», предназначенная для составления постоянного расписания на весь семестр [5; 6; 7; 8].

Для использования данного пакета необходимо сначала настроить его на учебное заведение, где планируется использовать данный программный продукт.

Программа «Расписание» в качестве базы данных использует MS Access. Часть информации вводится в пакете MS Access, а большая часть в программе расписания.

Для настройки программы вначале необходимо ввести следующую информацию (Рисунок 1):

- полное (краткое) название высшего учебного заведения;
- наименование составляемого расписания.

|                        |  |
|------------------------|--|
| Название ВУЗа (кратко) | КГУ им. К.Э.Циолковского                                     |
| Название ВУЗа (полно)  | Калужский Государственный Университет имени К.Э.Циолковского |
| Название расписания    | 2 семестр 2020/2021 учебный год                              |

Рисунок 1 – Информация о вузе

Следующий этап определение количество учебных пар в день. Для Калужского государственного университета это – 7 пар. После определения количества учебных пар в день необходимо установить наименование пар и время начала окончания (Рисунок 2).

|     | Понедельник        | Вторник            | Среда              | Четверг            | Пятница            | Суббота            | Воскресенье |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| I   | I<br>8:30-10:05    | I<br>8:30-10:05    | I<br>8:30-10:05    | I<br>8:30-10:05    | I<br>8:30-10:05    | I<br>8:30-10:05    |             |
| II  | II<br>10:25-12:00  | II<br>10:25-12:00  | II<br>10:25-12:00  | II<br>10:25-12:00  | II<br>10:25-12:00  | II<br>10:25-12:00  |             |
| III | III<br>12:20-13:55 | III<br>12:20-13:55 | III<br>12:20-13:55 | III<br>12:20-13:55 | III<br>12:20-13:55 | III<br>12:20-13:55 |             |
| IV  | IV<br>14:10-15:45  | IV<br>14:10-15:45  | IV<br>14:10-15:45  | IV<br>14:10-15:45  | IV<br>14:10-15:45  | IV<br>14:10-15:45  |             |
| V   | V<br>15:55-17:30   | V<br>15:55-17:30   | V<br>15:55-17:30   | V<br>15:55-17:30   | V<br>15:55-17:30   |                    |             |
| VI  | VI<br>17:40-19:15  | VI<br>17:40-19:15  | VI<br>17:40-19:15  | VI<br>17:40-19:15  | VI<br>17:40-19:15  |                    |             |
| VII | VII<br>19:25-21:00 | VII<br>19:25-21:00 | VII<br>19:25-21:00 | VII<br>19:25-21:00 | VII<br>19:25-21:00 |                    |             |

Рисунок 2 – Структура учебного процесса

Желтым цветом отмечены пары, когда возможно проводить занятия. Также указано наименование пары, время начала и окончания.

Следующий этап – определение типов занятий, проводимых в университете. Необходимо ввести полное и краткое наименование типов занятий (Рисунок 3).

| Короткое название | Полное название        |
|-------------------|------------------------|
| лк                | лекция                 |
| пр                | практические занятия   |
| лб                | лабораторная работа    |
| кр                | курсовая работа        |
| фак.              | факультатив            |
| к.пр.             | курсовое практирование |
|                   | пусто                  |
| инд               | индивидуальные занятия |

Рисунок 3 – Типы занятий

Аналогично следует ввести название должностей, степеней и званий.

Следующий этап определение наименований корпусов учебного заведения (Рисунок 4).

| Короткое имя | Полное имя                        |
|--------------|-----------------------------------|
| *            | Заглушка                          |
| к.1          | Учебно-административный корпус №1 |
| к.2          | Учебный корпус №2                 |
| к.3          | Учебный корпус №3                 |
| к.4          | Учебный корпус №4                 |
| к.5          | Учебный корпус №5                 |

Рисунок 4 – Наименование корпусов

Для составления расписания необходимо ввести информацию об аудиториях (Рисунок 5).

Корпус: к. 8

Аудитория: 113

Вместимость: 20

Описание: Компьютерный класс

| Пара            | Понедельник | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
|-----------------|-------------|---------|-------|---------|---------|---------|-------------|
| I 8:30-10:05    | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| II 10:25-12:00  | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| III 12:20-13:55 | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| IV 14:10-15:45  | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| V 15:55-17:30   | +           | +       | +     |         | +       |         |             |
| VI 17:40-19:15  | +           | +       | +     |         | +       |         |             |
| VII 19:25-21:00 |             |         |       |         |         |         |             |

Ввод

Рисунок 5 – Информация об аудиториях

Аудитория в автоматизированной системе «Расписание» содержит следующую информацию:

- название аудитории;
- вместимость;
- возможные варианты проведения занятий.

Необходимо определить список предметов, читаемых в университете. Краткое название предмета отображается в расписании для удобства читаемости расписания (Рисунок 6).

| Полное название предмета                                  | Краткое название предмета     |
|---|-------------------------------|
| CGI программирование                                      | CGI прог.                     |
| Web-программирование                                      | Web-прог.                     |
| Автоматизация и надежность систем защиты                  | Авт-ция и над. СЗ             |
| Автоматизация инженерной деятельности                     | Авт.ИД                        |
| Автоматизация конструирования и технологии проектирования | Авт-ция констр-ия и тех.пр-ия |
| Автоматизация проектирования гидромашин                   | АПГМ                          |
| Автоматизация проектирования гидроприводов                | АПГП                          |
| Автоматизация производственных процессов в машиностроении | Авт-ция пр.проц. в маш.стр.   |
| Автоматизация технологических процессов                   | АТП                           |

Рисунок 6 – Наименование предметов

Качество спроектированного расписания определяется в количестве штрафных баллов за отклонение от идеального расписания. Сюда входят: переход студентов (преподавателей) из аудитории (корпуса) в аудиторию (корпус), наличие «окон» у студентов (преподавателей), нарушение методических требований, предъявляемых к расписанию учебных занятий. Задача автоматизированной системы «Расписание» – составить расписание с минимальным числом штрафных баллов. Штрафные баллы определяются в программе «Расписание» (Рисунок 7).

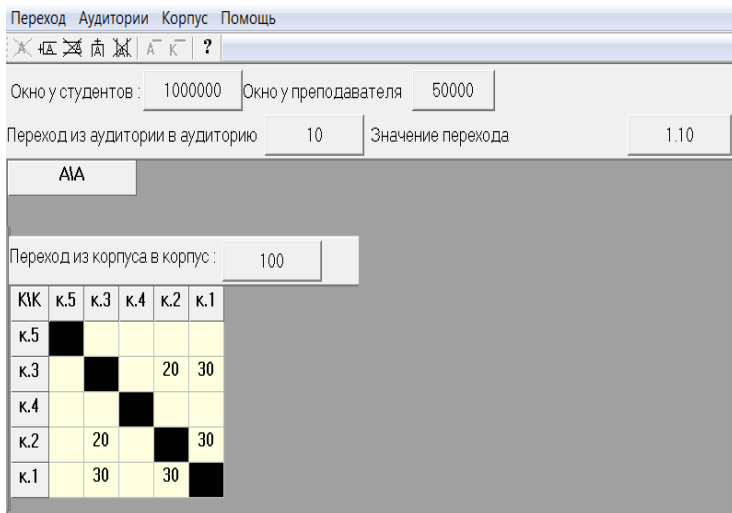


Рисунок 7 – Переход из корпуса в корпус

Методические требования, которые можно определить в автоматизированной системе «Расписание» (Рисунок 8):

- невозможность (нежелательность) проведения количества занятия определенного типа в день;
- невозможность (нежелательность) проведения занятия на определенной паре.



|                         |             |                   |               |
|-------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Методическое требование | тип занятия | по счету пара     | штрафной балл |
|                         | лекц.       | 4                 | нельзя        |
| Методическое требование | тип занятия | кол-во пар в день | штрафной балл |
|                         | лекц.       | 3                 | 5000          |

Рисунок 8 – Методические требования

Преподаватели сгруппированы по кафедрам, кафедры по факультетам (институтам) (Рисунок 9).

Факультет: ИТИ (Инженерно-технологический институт)

Кафедра: ИИИТ(Информатики и информационных технологий)

Фамилия: Донецков    Имя: Анатолий    Отчество: Михайлович

Преподаватели (15)    Должность: Д/ц    Степень: К.Т.Н.    Звание: Д/ц    Долг.:    Макс. кол-во часов в день: 8    Кол-во дней: 5    Приоритет: 1     "Одно" учитывать

Макс. кол-во часов в день (лекц. – 4 часа)

Аудитории

| Пара            | Понедельник | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
|-----------------|-------------|---------|-------|---------|---------|---------|-------------|
| I 8:30-10:05    | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| II 10:25-12:00  | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| III 12:20-13:55 | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| IV 14:10-15:45  | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| V 15:55-17:30   | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| VI 17:40-19:15  | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| VII 19:25-21:00 | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |

Преподаватель: Имя Отчество  
Белаш Виктория Юрьевна  
Виноградова Марина Юрьевна  
Виноградов Вадим Геннадиевич  
Донецков Анатолий Михайлович  
Кряжева Елена Вячеславовна  
Никитин Алексей Юрьевич  
Прокленико Надежда Ивановна  
Раевский Владимир Алексеевич  
Родионов Андрей Викторович  
Салтыкова(Тимошина) Надежда Викторовна  
Смирнов Сергей Геннадиевич  
Сорочан Виталий Викторович  
Столярова Надежда Борисовна  
Ткаченко Алексей Леонидович

Рисунок 9 – Информация о преподавателе

Информация о преподавателе включает следующие общедоступные данные:

- фамилия, имя, отчество;
- должность, степень, ученое звание;

- дополнительная информация, которая должна быть отражена в расписании;
- максимальное количество пар в день;
- количество занятых занятиями дней в неделю;
- приоритет преподавателя в иерархии университета;
- учитывать окна при составлении расписания (например, совместитель штатный сотрудник университета);
- количество часов в день занятий определенного типа (например, лекций);
- аудитории, в которые преподавателю желательно проводить занятия;
- график работы преподавателя.

В автоматизированной системе «Расписание» следует определить информацию об учебных группах (Рисунок 10).

Факультет: ИТИ (Инженерно-технологический институт)

Кафедра: ИИИТ(Информатики и информационных технологий)

Наименование: Б-ИСИТ-11      Кол-во студентов: 22      Макс кол-во часов в день: 8

Группы (15):

- Бэ-ИСИТ-11 (1)
- Бэ-ИСИТ-21 (1)
- Бэ-ИСИТ-31 (1)
- Бэ-ИСИТ-41 (1)
- Б-ИСИТ-11 (4)**
- Б-ИСИТ-12 (4)
- Б-ИСИТ-21 (4)
- Б-ИСИТ-22 (4)
- Б-ИСИТ-31 (4)
- Б-ИСИТ-32 (4)
- Б-ИСИТ-41 (2)
- Мэ-ИСИТ-11 (1)
- Мэ-ИСИТ-21 (1)
- М-ИСИТ-11 (1)
- М-ИСИТ-21 (1)

Идентификаторы (4):

Добавить      Удалить

211  
212  
213  
214

Аудитории

| Пара            | Понедельник | Вторник | Среда | Четверг | Пятница | Суббота | Воскресенье |
|-----------------|-------------|---------|-------|---------|---------|---------|-------------|
| I 8:30-10:05    | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| II 10:25-12:00  | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| III 12:20-13:55 | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| IV 14:10-15:45  | +           | +       | +     | +       | +       | +       |             |
| V 15:55-17:30   | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| VI 17:40-19:15  | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |
| VII 19:25-21:00 | +           | +       | +     | +       | +       |         |             |

Рисунок 10 – Информация об учебных группах

Информация об учебных группах включает следующие данные:

- наименование учебной группы;

- количество студентов;
- максимальное количество занятий в день;
- идентификаторы (атрибуты группы, характеризующие ее распределение по потокам). Если группа не делится на подгруппы, то достаточно одного идентификатора;
- список аудиторий, где желательно проводить занятия для данной группы;
- места в расписании, где возможно проводить занятия.

Основой для составления расписания является понятие «поток». Поток может состоять из одной группы, нескольких групп, части группы или нескольких частей различных групп. Информация о потоках включает следующие данные (Рисунок 11):

Факультет: ИТИ (Инженерно-технологический институт)

Кафедра: ИИИТ(Информатики и информационных технологий)

Название: Б-ИСИТ-11+12

Короткое имя:

Потоки (7)

- Б-ИСИТ-11—
- Б-ИСИТ-11(1)—1
- Б-ИСИТ-11(2)—2
- Б-ИСИТ-11+12—**
- Б-ИСИТ-12—
- Б-ИСИТ-12(1)—1
- Б-ИСИТ-12(2)—2

Идентификаторы

Добавить    Добавить группу    Удалить

| Потока (8)      | Б-ИСИТ-11 (4) | Потоки (7)   |
|-----------------|---------------|--------------|
| Б-ИСИТ-11 (211) | 211           | Б-ИСИТ-11    |
| Б-ИСИТ-11 (212) | 212           | Б-ИСИТ-11(1) |
| Б-ИСИТ-11 (213) | 213           | Б-ИСИТ-11(2) |
| Б-ИСИТ-11 (214) | 214           | Б-ИСИТ-11+12 |
| Б-ИСИТ-12 (215) |               | Б-ИСИТ-12    |
| Б-ИСИТ-12 (216) |               | Б-ИСИТ-12(1) |
| Б-ИСИТ-12 (217) |               | Б-ИСИТ-12(2) |
| Б-ИСИТ-12 (218) |               |              |

Рисунок 11 – Информация о потоках

- название группы;
- короткое имя появляется в расписании учебных групп;
- идентификаторы (идентификаторы учебных групп, образующие поток).

Единицей расписания, которой необходимо подобрать аудиторию и пару (место), является предмет/поток. Предмет/поток – совокупность предмета, потока и количество часов в неделю, которые необходимо расставить. Предмет/потоку назначается преподаватель и аудитории, где можно проводить занятия (Рисунок 12).

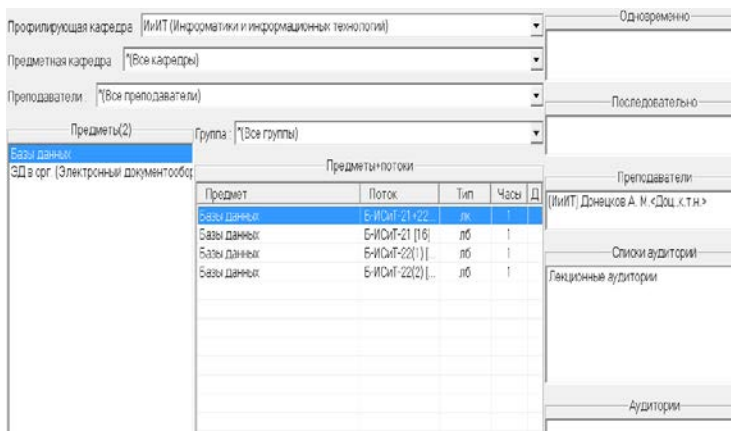


Рисунок 12 – Информация о предмет/потоке

После ввода всей необходимой информации автоматизированная система переходит в режим составления расписания (Рисунок 13).

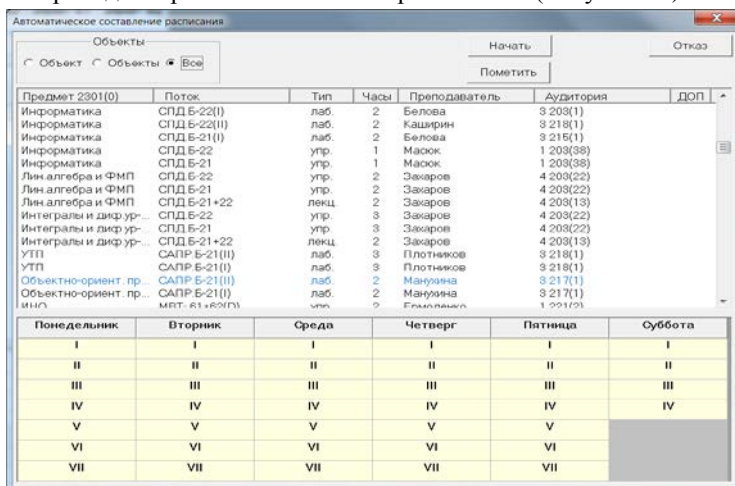


Рисунок 13 – Автоматический режим составления расписания

Составлять расписание можно как автоматическом, так и в ручном режиме. После спроектированного расписания учебных занятий его можно распечатать по группам, преподавателям, аудиториям. Экспортировать расписание в Excel-документ (Рисунок 14) и создавать web-страницу для размещения в сети Интернет (Рисунок 15).

|             |                    | ПТМ.И- 21  | ПТМ.И- 22 |
|-------------|--------------------|--|-----------|
| Понедельник | I<br>8:30-10:05    |  |           |
|             | II<br>10:20-11:55  | ИНО упр. 6_401 Долгих<br>ИНО упр. 6_402 Воейкова |           |
|             | III<br>12:10-13:45 | Химия лекц. 1_415 Логина                         |           |
|             | IV<br>14:15-15:50  | Лин.алгебра и ФМП лекц. 7_411 Обрубов            |           |
|             | V<br>16:05-17:40   | ИНО упр. 7_409 Артеменко                         |           |

Рисунок 14 – Excel-документ расписания по учебным группам

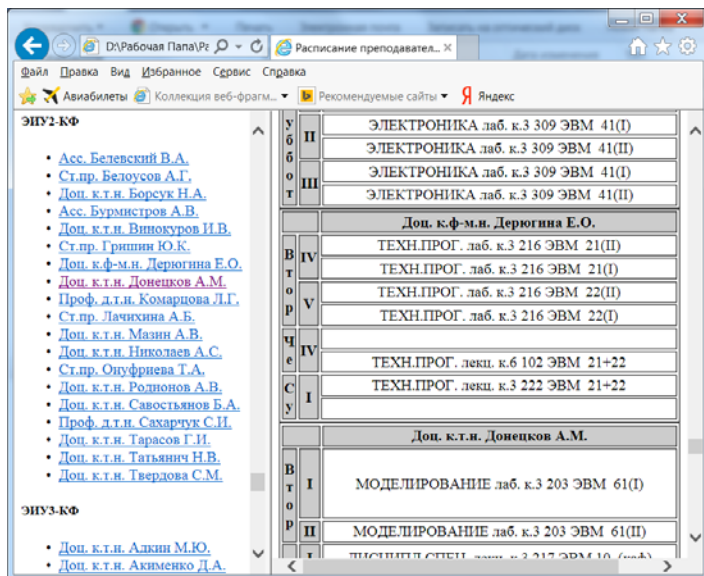


Рисунок 15 – Web-страница расписания по преподавателям

Автоматизированная система прошла успешную апробацию в течение 10 лет к КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и в КФ ФУ.

*Список литературы:*

1. Сайт 1С [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://solutions.1c.ru/asp\\_univer/features/](https://solutions.1c.ru/asp_univer/features/) (дата обращения 11.04.2021).
2. Сайт компании «Softline» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://magellanius.ru/> (дата обращения 11.04.2021).
3. Сайт компании «Помощь образованию» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pbprog.ru/catalog/timetable/> (дата обращения 11.04.2021).
4. Сайт компании «МетаШкола. Информационные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rector.spb.ru/> (дата обращения 11.04.2021).
5. Донецков, А.М. Автоматизированное проектирование на примере программы «Расписание» // Вопросы радиоэлектроники. – 2010. – Т. 3. – № 4. – С.129-134.
6. Донецков, А.М. Постпроцессорная обработка информации в автоматизированной системе «Расписание» // Радиопромышленность. – 2011. – № 1. – С. 88-98.
7. Донецков, А.М. Использование автоматизированной системы «РАСПИСАНИЕ» в проектировании расписания учебных занятий вуза: сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции. / Под ред. В.А. Сухомлина. – М.: МГУ, 2012.
8. Донецков, А.М. Основные подходы к проектированию расписания учебных занятий ВУЗа на основе программы «Расписание» // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2014. – Т. 19. – № 10. – С. 8-11.

**Использование современных компьютерных технологий  
в формировании готовности студентов-педагогов к организации  
кружковой деятельности**

**А.Ю. Никитин**

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

В статье рассматриваются особенности кружковой деятельности в условиях цифровизации образования, обозначены современные подходы к организации кружковой деятельности в рамках Национальной технологической инициативы. Подробно освещаются отдельные аспекты реализации Дорожной карты «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы, сформулированы задачи по подготовке студентов-педагогов к организации кружковой деятельности с использованием ИКТ.

*Ключевые слова:* цифровая экономика, Национальная технологическая инициатива, Дорожная карта, кружковое движение, цифровые ресурсы, проектная деятельность.

**Using modern computer technology in shaping the readiness of student  
educators to organize mug activity**

**A.Yu. Nikitin**

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

The article examines the peculiarities of group activity in the context of digitalization of education, outlines modern approaches to organizing circle activities within the framework of the National Technology Initiative. Specific aspects of the implementation of the National Technology Initiative's Circle Movement RoadMap are detailed, and the tasks of preparing students-educators for the organization of circle activities using ICT have been formulated.

*Keywords:* digital economy, National Technology Initiative, Roadmap, circle movement, digital resources, project activities.

В отечественной педагогической науке традиционно значительное внимание уделялось организации кружковой работы со школьниками и студентами.

В советском государстве участию школьников и студентов в работе кружков придавалось важное идеологическое значение. В конце XX века педагоги стали делать упор на возможности развития творческих способностей учащихся с помощью занятий в кружках разных направлений.

В классическом понимании кружок – одна из основных форм организации внеурочной (внешкольной) работы учащихся, добровольно объединенных общностью интересов в творческой деятельности на внеклассных занятиях. Участие в кружковой работе должно было формировать общественную активность, устойчивый интерес к определенным сферам знаний и видам деятельности.

По мнению Т.В. Никулиной, современная система образования «должна обеспечивать обществу уверенный переход в цифровую эпоху, ориентированную на рост производительности, новые типы труда, потребности человека, что возможно посредством включения в образовательный процесс всех слоев населения, выстраивания индивидуальных маршрутов обучения, управления собственными результатами обучения, виртуальную и дополненную реальность» [5, с. 107].

В системе образования расширяется применение цифровых технологий. Е.Н. Клочкова и Н.А. Садовникова отмечают, что «численность подготовки кадров и соответствие образовательных программ нуждам цифровой экономики недостаточны», имеется серьезный дефицит кадров в образовательном процессе всех уровней образования [2].

В течение последних лет поддержка технологического предпринимательства в стране осуществляется в контексте национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках такого мегапроекта государственной инновационной политики, как «Национальная технологическая инициатива» (далее – НТИ) [1]. Решением президиума Совета при президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 18 июля 2017 года была одобрена Дорожная карта «Кружковое движение» Национальной технологической инициативы [9].

Дорожная карта определяет кружок НТИ как «простейшую форму самоорганизации технологических энтузиастов, объединенных исследованиями и созданием нового и реализующих проекты в интересах развития рынков и сквозных технологий НТИ» [9]. Кружковое движение рассматривается в ней как подходящая форма организации энтузиастов,



желающих создавать новые компетенции, исходя из практических нужд соответствующих рынков.

Особую роль в развитии Кружкового движения играют сетевые ресурсы, направленные на учет и координацию существующих ресурсных центров и мероприятий. Работать в этих центрах и проводить данные мероприятия должны энтузиасты и наставники с сформированными профессиональными компетенциями. С сожалением, приходится констатировать, что на данный момент в регионе имеется недостаточное количество таких специалистов, медленно растет число наставников. Для привлечения в кружковую деятельность заинтересованных студентов и специалистов сформулированы приоритеты реализации «дорожной карты» [3]. Эти задачи достаточно успешно решаются сейчас в Калужской области:

Первая из них – ставка на молодежь – реализуется путем привлечения энергичных студентов и молодых специалистов. Важная роль в реализации этих задач отводится олимпиадам и конкурсам НТИ. Олимпиада ежегодно проводится Кружковым движением НТИ, РВК и АСИ в партнёрстве с крупнейшими российскими университетами и ведущими технологическими компаниями. Её цель – выявление и поддержка молодых талантов, которые смогут решать сложные междисциплинарные задачи, связанные с развитием рынков и технологий будущего [6] Участники могут выбрать одно из 23 профильных направлений Олимпиады. Участникам, добравшимся до финального этапа, предстоит создать продукт, освещающий финал другого, более технического профиля» [11]. В нашей области поддержку этой олимпиады осуществляет Отдел инновационного развития, международного сотрудничества, поддержки и развития малого и среднего предпринимательства Администрации г. Обнинска [8].

Кружковое движение НТИ в октябре 2019 года сообщило о старте олимпиады для школьников по профилю «Информационная безопасность». Задания для участников олимпиады разработаны при поддержке «Ростелекома».

Руководитель рабочей группы «Кружковое движение» НТИ Дмитрий Земцов заявил: «С каждым годом задания Олимпиады Кружкового движения (далее – КД) НТИ все больше отвечают перспективным запросам, задачам опережающего развития технологий, которые ставят компании-лидеры. Решения, которые школьники предложат в рамках профиля “Информационная безопасность”, могут оказаться действительно

востребованными, а лучшие участники получают шанс попасть в кадровый резерв одной из ведущих технологических компаний страны» [12].

Отдельные студенты Калужского университета (направления подготовки «Информационные системы и технологии») являются участниками олимпиады. Другая группа студентов помогает в ее проведении, получая важные организаторские навыки. Таким образом, олимпиады КД НТИ – это первые в России командные инженерные соревнования для школьников и студентов, которые дают участникам не только реальные навыки, но и уникальные образовательные возможности. Они объединяют лучшие стороны традиционных теоретических олимпиад и практических соревнований, дает отличный карьерный старт позволяя получить востребованную профессию.

Помимо олимпиад, НТИ уделяет большое внимание организации конкурсов в процессе работы с одаренной молодежью.

В 2018 году молодых ученых Калужской области пригласили принять участие в программе «Национальная технологическая инициатива». Директор департамента поддержки инновационных предприятий и проектов Агентства инновационного развития Калужской области (далее – АИРКО) Алина Цепенко пояснила, что «для молодых ученых Калужской области это уникальная возможность получить солидную финансовую поддержку на выполнение исследований по самым передовым и актуальным тематикам» и что это направление работы видится перспективным для дальнейшего сотрудничества с техническими университетами и научными центрами Калужского региона [7].

В 2020 году стартовал Всероссийский конкурс кружков, проводимый по инициативе Кружкового движения Национальной технологической инициативы и Министерства Просвещения РФ. Работа кружков-участников должна быть направлена на включение школьников и студентов в решение реальных технологических задач, подготовку будущих инженеров, новаторов и предпринимателей. Участниками конкурса могут стать также неформальные и самоорганизующиеся сообщества технологических энтузиастов, включая интернет-сообщества. В их состав могут входить не только школьники, но и студенты.

После первого этапа конкурса все участники попадут в общий реестр и карту технологических кружков России [6]. Второй этап конкурса даст возможность кружковцам из разных частей страны наладить тесное взаимодействие между собой, принимать участие в работе летних школ,

разрабатывать и реализовывать совместные проекты. Анализ результатов большинства конкурсов позволяет констатировать тот факт, что традиционно выделяется группа активистов, которые участвуют во всех конкурсах. При этом не удастся решить одну из основных задач – достижение массового участия. При этом сужаются возможности для отбора наиболее талантливых кружковцев по стране.

Основной причиной, которая препятствует увеличению числа участников конкурсов, следует считать отсутствие навыков научно-исследовательской работы у школьников. Став студентом, вчерашний школьник не может принять участие в конкурсе или олимпиаде НТИ. Формированию необходимых навыков в значительной степени может помочь использование ИКТ в процессе обучения в школе и вузе. Такой подход позволяет готовить специалистов, способных организовать кружковую деятельность и работать с современными информационными технологиями.

Разработчики концепции НТИ обращают внимание на то, что «на текущий момент вопрос о привлечении в Кружковое движение наставников стоит достаточно остро [4]. Основная масса школьных кружков комплектуется преподавателями физики или информатики. При этом кружки, инициированные частными компаниями, как правило, опираются на другую категорию – студентов технических вузов и молодых специалистов.

Достижение поставленных задач в значительной степени зависит от подбора кадров для организации Кружкового движения. Значительную часть этих кадров в будущем составят сегодняшние студенты, обучающиеся в университетах. Сегодня существующие образовательные программы в вузах часто способны дать будущим специалистам рынков НТИ лишь общетеоретическую подготовку.

В процессе подготовки бакалавров и магистров следует формировать у них компетенции, необходимые для организации кружковой работы в соответствии с требованиями НТИ.

#### *Список литературы:*

1. Введение в «Цифровую» экономику /А. В. Кешелава, В. Г. Буданов, В. Ю. Румянцев и др. — М.: ВНИИ Геосистем, 2017. – 28 с.
2. Ключкова, Е.Н., Садовникова, Н.А. Трансформация образования в условиях цифровизации. Открытое образование. – 2019. – 23(4). – С. 13-22. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

- <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2019-4-13-22> (дата обращения: 15.03.2020).
3. Кружковое движение НТИ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://teachingame.ru/kruzhkovoe\\_dvizhenie\\_nti](https://teachingame.ru/kruzhkovoe_dvizhenie_nti) (дата обращения: 20.03.2020).
  4. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nti2035.ru/nti/> (дата обращения: 22.03.2020).
  5. Никулина, Т.В. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 107-113.
  6. Компания Rusbase – независимое издание о технологиях и бизнесе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rb.ru/young/nti-all-russia-contest/> (дата обращения: 15.04.2020).
  7. Сайт НГ-Регион [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ngregion.ru/innovatsii/molodykh-uchenykh-kaluzhskoj-oblasti-priglasheyut-prinyat-uchastie-v-programme-natsionalnaya-tekhnologicheskaya-initsiativa> (дата обращения: 16.03.2020).
  8. Новостной сайт г.Обнинска [Электронный ресурс]. – <https://obninsk.bezformata.com/listnews/olimpiada-kruzhkovogo-dvizheniya/77168788/> (дата обращения: 16.04.2020).
  9. План мероприятий ("Дорожная карта") "Кружковое движение" Национальной технологической инициативы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://nti2035.ru/documents/docs/DK\\_kruzhkovoye\\_dvizheniye.pdf](https://nti2035.ru/documents/docs/DK_kruzhkovoye_dvizheniye.pdf) (дата обращения: 22.03.2020).
  10. Официальный сайт Государственное казенное общеобразовательное учреждение Калужской области "Областной центр образования" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://oco-kaluga.ru/publ/glavnaja/itogi\\_vserossijskogo\\_konkursa\\_nauchno\\_tekhnologicheskikh\\_proektov\\_bolshie\\_vyzovy/3-1-0-25](http://oco-kaluga.ru/publ/glavnaja/itogi_vserossijskogo_konkursa_nauchno_tekhnologicheskikh_proektov_bolshie_vyzovy/3-1-0-25) (дата обращения: 18.05.2020).
  11. Официальный информационный портал Администрации МО «Город Обнинск» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://obninsk.ru/official-information/2019/08/23/doc\\_6234.html](http://obninsk.ru/official-information/2019/08/23/doc_6234.html).
  12. Официальный информационный портал [kaluga.ru](http://www.kaluga.ru) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.kaluga.ru/news/wide/809074/news\\_id809074.html](http://www.kaluga.ru/news/wide/809074/news_id809074.html).

**Применение техники искусственного интеллекта  
в образовательном процессе**

**Н.В. Соколов**

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

В статье рассмотрены основные технологии искусственного интеллекта, которые могут использоваться в образовательном процессе. Кроме того, в данной статье мы выделяем основные варианты применения техники искусственного интеллекта в образовании, а также методы поддержки тематики применения искусственного интеллекта в России на государственном уровне.

*Ключевые слова:* информационные технологии, искусственный интеллект, образование, образовательные технологии.

**Application of artificial intelligence technology  
in the educational process**

**N.V. Sokolov**

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

The article discusses the main artificial intelligence technologies that can be used in the educational process. In addition, in this work, we will highlight the main options for using artificial intelligence technology in education, and also highlight the main methods of supporting the topic of using artificial intelligence in Russia at the state level.

*Keywords:* information technology, artificial intelligence, education, educational technology.

Современные информационные технологии и программно-технические средства искусственного интеллекта стремительно внедряются в сферы жизни человека.

Отцом современного искусственного интеллекта является американский информатик Д. Маккарти.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) – наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Применение техники искусственного интеллекта является одним из 6 мировых трендов в образовании.

Тут выделяется два основных направления:

- возможности применения технологии;
- обучение данной технологии.

Если говорить о первом моменте, то на сегодня ИИ применяется на ранней стадии автоматизации образовательных процессов. Про применение технологии машинного обучения в помощь преподавателю разговор происходит эпизодически. В основном данные продукты имеются либо у частных стартапов, либо у крупных корпораций. Данный рынок ещё не освоен, как и применение технологии виртуальной реальности в образовательном процессе.

Второй момент намного интереснее. На самом деле он связан с формированием нового стандарта.

Речь идёт о том, как научить преподавателей, учить детей, учить машины. Это довольно актуальная тема, так как сегодня ИИ воспринимается не просто как надстройка над компьютерными технологиями, а становится более значимым и находит широкое применение в разных сферах деятельности.

С точки зрения применения технологии искусственного интеллекта, в образовательном процессе можно выделить следующие направления:

1. **Автоматическая оценка качества знаний.** Искусственный интеллект способен составлять персональные планы обучения, которые помогают уменьшить ошибки обучающихся.

2. **Повторение и запоминание.** Нам свойственно забывать изученный материал. Петр Возняк разработал приложение, основанное на эффекте интервала. Оно отслеживает материалы, которые изучает пользователь и время, когда это происходит. Искусственный интеллект вычисляет дату, когда изученный материал забудется пользователем. Здесь приходит на помощь умный помощник, который напомнит об этом. Всего несколько уведомлений и полученные знания останутся в памяти навсегда.

3. **Фидбек для педагогов.** Самая известная технология фидбека – чат-боты способные собирать отзывы об преподавателях через диалоговый интерфейс. От человека требуется только написать отзыв, бот занимается аналитикой. На сегодняшний день современные технологии позволяют строить чат-боты без привлечения программистов. Примером может служить бот-конструктор «Beesender Training Bot» (Литва).

#### 4. Виртуальные помощники.

1) **Чат кампуса.** Здесь используется такая же система, как и в помощнике преподавателя. Бот оповещает обучающихся о жизни учебного заведения. Кроме того, он находит учебные аудитории и организует связь с профессорами. Примером такого чат-кампуса является чат в университете Дикина (Австралия).

2) **Персонализированное обучение.** ИИ может адаптироваться к уровню продуктивности обучения и со временем увеличивать сложность. Таким образом здесь предусматривается возможность продолжения комфортного обучения с использованием только своих возможностей и отсутствием необходимости подстраиваться под возможности других.

3) **Адаптивное обучение.** При помощи технологии ИИ появляется возможность отслеживания успехов отдельных учеников и корректировка разработанного курса для каждого обучающегося. Программа уведомляет преподавателя о материале, который сложен для восприятия того или иного пользователя.

4) **Сбор данных и подбор материалов.** Искусственный интеллект подбирает интересующий контент, отбираемый из предпочтений конечного пользователя.

Наиболее перспективным направлением в развитии образовательных технологий ИИ являются комплексные системы автоматизации, способные управлять всеми без исключения элементами образовательного процесса. Большинство разработок, преимущественно китайских и американских, в настоящее время уже тестируются и применяются в высших учебных заведениях.

Полную автоматизацию учебного процесса вуза дает американская платформа «Stellic» (Университет Карнеги – Меллона). Проект призван заменить неудобные, сложные, ограниченные инструменты, которые предлагаются вузом студенту. Основной целью платформы является повышение качества образования.

В Stellic реализованы все передовые идеи, связанные с использованием искусственного интеллекта в учебном процессе:

- совместное и адаптивное обучение;
- адаптация и поддержка студентов на всех этапах жизни;
- рейтингование.

Создатели позиционируют свой продукт как полную замену распространенным в вузах системам LMS.

Тестирование похожей платформы оценки успеваемости студентов анонсировал российский центр EDCrunch University на базе НИТУ «МИСИС». Разработчики считают, что ИИ непредвзят, в отличие от преподавателей университетов, и даёт объективную оценку успеваемости и качества учебного процесса. По их замыслу, система может стимулировать образовательный процесс, указывая студентам на их достижения и ошибки.

Искусственный интеллект на основе регулярных оценок составляет рейтинговые списки для выявления наиболее успешных студентов. Рейтинг собирается на основании цифрового следа, т.е система анализирует результаты выполнения различного вида работ (контрольные работы и т.д.) и оценивает активность каждого студента. Таким образом, «лузеры», оказавшиеся внизу рейтинга, становятся кандидатами на отчисление. Таким образом платформа позволяет серьезно повысить качество образования.

В этом году директор EDCrunch University Нурлан Киясов указал, что тестирование данной платформы уже ведётся в некоторых вузах России, а к концу 2021 года сервис будет использоваться в ряде университетов. На начальном этапе внедрения системы оценки присвоенные ИИ будут являться не обязательными к исполнению. Решение о поощрении или об отчислении студента будет приниматься учебным отделам вуза.

В марте этого года Владимир Путин поддержал идею проведения серии хакатонов и образовательных лекций по искусственному интеллекту на базе платформы организации АНО «Россия – страна возможностей». В поддержку вышесказанного генеральный директор АНО «Россия – страна возможностей» Алексей Комиссаров уточнил, что «в федеральном проекте «Искусственный интеллект» предусмотрено проведение соревнований по ИИ для решения бизнес-задач и социальных проблем». К 2024 году планируется провести не менее 116 соревнований, 10 из них – уже в этом году.

Согласно сообщению на сайте Правительства, РФ Михаил Мишустин уже утвердил правила предоставления поддержки разработчикам проектов в сфере ИИ. Уже в этом году небольшие IT-компании и стартапы смогут получить гранты на развитие проектов, предусматривающих использование ИИ.

В 2021 году на эти цели предусмотрено 1,4 миллиарда рублей.

В заключение хотелось бы добавить, что приведенный анализ применения технологии искусственного интеллекта можно использовать при написании научно-исследовательских работ, проведении дополнительных



исследований, выявлении проблем в связи с актуальностью данной тематики в настоящее время.

*Список литературы:*

1. Волошин, М., Денина, Г. 6 мировых трендов в образовании, о которых все говорят. Как технологии будут менять процесс обучения в ближайшие несколько лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mel.fm/shkola/7934861-iste>.
2. Краснова, Г.А. Электронное образование в эпоху цифровой трансформации / Г.А. Краснова, Г.В. Можяева; Нац. исслед. Том. гос. ун-т. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000659451>.
3. Официальный сайт платформы Stellic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stellic.com/>.
4. Официальный сайт НИТУ «МИСИС» EdCrunch University [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://misis.ru/university/struktura-universiteta/centers/edcrunch/>.

**Актуальные информационные технологии в дополнительном профессиональном образовании**

**Н.Б. Столярова**

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

В статье рассматриваются вопросы реализации в учебном процессе дополнительного образования современных информационных технологий. Изучены основные направления реализации информационных технологий, проанализирован ряд проблем, стоящих на пути успешной интеграции информационных технологий в дополнительное образование.

*Ключевые слова:* информационные технологии, дополнительное образование, информатизация, компьютеризация, процесс обучения, образование.

**Current information technologies in additional professional education**

**N.B. Stolyarova**

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

The article deals with the implementation of modern information technologies in the educational process of additional education. The main directions of implementation of information technologies are studied, a few problems that stand in the way of successful integration of information technologies in additional education are analyzed.

*Keywords:* information technologies, additional education, informatization, computerization, learning process, education.

В предыдущие несколько десятилетий наблюдался процесс реактивного развития науки и производства, что проявилось в появлении принципиально новых технологии, материалов, процессов. В то же время образование эволюционировало довольно медленно, зачастую с трудом успевая за современными технологиями и исследованиями. Процесс компьютеризации отечественного образования, на который возлагали так много надежд, прошел довольно успешно. Однако еще в начале 2000-х годов стало понятно, что только компьютеризацией невозможно поднять образование на один уровень с наукой и производством. Повсеместное использование компьютерной и коммуникационной техники не дало того

эффекта, которого предрекали ученые и исследователи. Увеличился объем принимаемой человеком информации, но ее качество и назначение не всегда могут быть использованы в процессе обучения.

Сейчас становится понятным, что образование, его качество, уровень и объем знаний зачастую не дотягивают до уровня, необходимого для ведения успешной научной и производственной деятельности. Это отмечают многие специалисты. Таким образом, наблюдаются глубокие противоречия между наукой и производством с одной стороны и образованием с другой, что приводит к необходимости менять подходы к развитию современной системы образования.

Одним из основных направлений модернизации российского образования выступает процесс информатизации системы образования с продвижением и адаптацией различных информационных технологий под нужды учебного процесса с учетом потребностей и особенностей обучаемых. Все больше исследователей говорят о том, что необходимо уходить от коллективного массового обучения в сторону индивидуализации и самостоятельности обучения.

Основными задачами информатизации на данном этапе являются обеспечение качества предоставления образовательных услуг на всех уровнях обучения, доступности различных форм обучения и создание благоприятных условий для широкого внедрения и поддержки различных информационных систем и коммуникационных технологий во всех элементах образовательного процесса. Таким образом, процесс информатизации образования видится как процесс обеспечения образовательного процесса и сферы образования в целом, теорией и практикой проектирования и использования современных информационных технологий, наиболее актуальных на данном этапе развития и модернизации образования.

В связи с этим можно выделить наиболее важные направления информатизации:

- интеграция современных информационных технологий в процессы организационного управления образованием и поддерживающие обучение и научное исследование;
- проектирование и реализация виртуальной информационно-образовательной среды учебного заведения с реализацией технологий и процессов создания и обеспечения эффективного функционирования такой среды;
- развитие единого информационно-образовательного пространства.

Первое направление довольно успешно реализуется и развивается. Сейчас уже невозможно представить деятельность учебного заведения без взаимодействия сотрудников с различными информационными системами. К задачам, которые успешно решают используемые информационные системы, можно отнести составление расписания, распределение нагрузки преподавателей, ведение учебно-методической документации, электронная корпоративная почта и многое другое. Данные системы постоянно совершенствуются и предлагают своим пользователям все новые возможности.

С задачей реализации виртуальной информационной среды дела обстоят немного проблематично. Конечно, многие учебные заведения уже давно заняты проектированием и реализацией такой информационно-образовательной среды. Однако реализация этого проекта дорогостоящий и длительный процесс, требующий четкой стратегии и строгого выполнения всех этапов реализации.

Проблема заключается в том, что не существует разработанных правил, из каких элементов должна состоять данная среда и на какой платформе она должна быть реализована. Поэтому учебные заведения пускаются в «свободное плавание» и самостоятельно ищут пути реализации информационно-образовательной среды учебного заведения.

В ходе рассмотрения данной проблемы необходимо упомянуть еще один аспект – наличие в учебных заведениях разноплановых информационных систем, не взаимодействующих друг с другом и выполняющих подчас дублирующие функции. В свете реализации информационной среды часто приходится либо отказываться от тех или иных систем, либо искать пути интеграции их между собой, что вызывает довольно много проблем, так как нередко теряется необходимый функционал, а бесшовная интеграция бывает невозможна.

Кроме того, дополнительное образование часто стоит особняком и не обеспечивается в той же степени информационно-технологической поддержкой, что и основной процесс обучения в образовательном учреждении. В связи с этим процесс информатизации дополнительного образования сталкивается с еще большим количеством проблем, которые приходится решать самостоятельно.

В связи с реализацией последнего направления все чаще возвращаются к понятию «непрерывное образование», в которое входит не только обучение на различных уровнях образовательной траектории, но и дополнительное

образование, включающее в себя повышение квалификации и переподготовку, а также получение дополнительных навыков по какой-либо специфике профессии.

В аспекте дополнительного образования информационные технологии приобретают особенно важное значение, так как дополнительное профессиональное образование в последнее время все больше тяготеет в область дистанционных форм обучения. Движущей силой здесь послужило и интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий, и ситуация 2020 года с пандемией коронавируса, и многие другие факторы, тем или иным способом влияющие на развитие именно дистанционных форм обучения в дополнительном образовании.

С развитием современных информационно-коммуникационных технологий у производителей образовательных услуг появляется все больше возможностей для их реализации в сфере виртуального обучения. В настоящий момент существует огромное количество интернет-ресурсов, которые предоставляют образовательные услуги в сфере дополнительного образования.

Проведя анализ образовательных интернет-ресурсов, можно выделить следующие типы информационных образовательных технологий, используемых в учебном процессе:

- интерактивные и мультимедиа-технологии: видеолекции, аудиолекции, телеконференции, аудиоконференции и т.д.;
- контролирующие программы;
- программы-тренажеры;
- лабораторные практикумы;
- предметно-ориентированные среды типа моделирующих сред, микромиров и т.д.;
- электронные учебники.

Все эти информационные технологии широко используются не только в дистанционных формах обучения, но и вполне успешно используются в традиционной форме обучения, позволяя расширить содержание образовательных сред. Кроме того, в последнее десятилетие наблюдается развитие так называемых методических интернет-сообществ, которые позволяют общаться за пределами образовательного процесса не только методистам и преподавателям, но учащимся, расширяя их кругозор, навыки коммуникации, формируя навыки работы в открытом интернет-сообществе.

В работах, посвященных различным аспектам использования информационных технологий в учебном процессе, сформулированы основные возможности применения информационных технологий в дополнительном образовании:

- расширение содержания образовательных программ различного уровня;
- использование в процессе обучения разнообразных методов обучения и форм заданий;
- формирование умений самостоятельного поиска, анализа и предоставления информации в требуемой форме;
- повышение уровня доступности, открытости обучения;
- обеспечение информационного взаимодействия участников образовательного процесса;
- формирование у обучающихся понятия открытого информационного общества;
- формирование и развитие различных творческих и научных объединений.

Анализируя отзывы об учебных курсах на образовательных интернет-ресурсах, можно выделить несколько аспектов, которые влияют на восприятие информации, предоставляемой посредством информационных технологий.

Многие респонденты отмечают негативное отношение к видеолекциям с так называемой «говорящей головой», когда на экране показывают только лектора без презентации и информационных материалов по занятию. Несомненным успехом у учащихся пользуются продукты, предоставляемые такими интернет-ресурсами, как «Открытые технологии» и «Coursera.ru». В них одним из плюсов отмечают единое видеосопровождение всего учебного курса и сочетание на экране наглядного материала наряду с живым лектором.

К сожалению, большинство ресурсов дополнительного образования редко используют технологию предоставления видеолекций, предпочитая предоставлять материал в виде библиотеки или архива электронных документов. Также некоторые обучающиеся отмечают низкое качество материалов на интернет-ресурсах, предоставляющих услуги дополнительного образования.

Довольно часто – это просто набор файлов, содержащих материалы, объединенные тематикой модуля или раздела дисциплины. Часто информация в таких архивах разрознена и не носит системного характера. Довольно часто встречаются грамматические ошибки. Все это приводит к негативному

восприятию дополнительных образовательных программ и снижению их значимости в глазах обучающихся.

Кроме всего перечисленного, многие респонденты, оставившие свои отзывы на интернет-порталах, отмечают часто полное отсутствие практических заданий и лабораторных практикумов, которые давали бы возможность получить не только знания по изучаемой образовательной программе, но и развить навыки применения этих знаний на практике. Связано это с дополнительными расходами на реализацию данных технологий в образовательном процессе, и многие учебные заведения не реализуют эту возможность в обучении.

Исходя из всего сказанного, можно сделать выводы что дополнительное образование обладает огромным потенциалом в сфере использования информационных технологий в образовательном процессе. Однако ряд факторов довольно часто не дает этому потенциалу реализоваться. К таким факторам относятся кадровое обеспечение, учебно-методическое обеспечение, проблемы реализации единой образовательной среды и отрыв дополнительного профессионального образования от общей образовательной среды учебного заведения.

Решение поставленных проблем позволит максимально рационально использовать имеющиеся информационные технологии в дополнительном образовании и повысить его эффективность, предоставляя обучающимся высококачественные услуги по различным образовательным программам.

#### *Список литературы:*

1. Иванова, Л.С. Методика использования информационных технологий в дополнительном профессиональном образовании // Развитие современного образования: теория, методика и практика. – 2015. – № 4(6). – С. 435-439.
2. Симчера, М.И. Информационные технологии в профессиональной деятельности педагогов дополнительного образования // Педагогика сегодня: проблемы и решения: материалы V Международной научной конференции. – СПб.: Свое издательство, 2019. – С. 3-6.
3. Столярова, Н.Б. Использование современных интернет-сервисов и облачных технологий при переходе к дистанционному обучению в сфере дополнительного профессионального образования // Современные образовательные технологии в мировом учебно-воспитательном пространстве. – 2016. – № 9. – С. 162-166.

**Проблемы автоматизации системы управления проектами предприятия**

**А.Л. Ткаченко, С.О. Борисов**

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

В статье проведено моделирование проекта внедрения программы «ПроМед» с помощью программы MS Project. Управление проектами представляет собой отдельное направление со своими специфическими целями, задачами и методами. Поэтому особенно актуальным становится разработка моделей рационального использования времени и ресурсов, выработка чёткого плана действий, предвидение возможных рисков при помощи специальных программ.

*Ключевые слова:* система планирования и управления проектами; MS Project; модель проекта; ресурс; план действий.

**Reengineering of business processes of a travel company**

**A.L. Tkachenko, S.O. Borisov**

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

The article simulates the project of implementing the "ProMED" program using the MS Project program. Project management is a separate science with its own specific goals, objectives, principles, methods and tools. Therefore, it is especially important to develop models for the rational use of time and resources, develop a clear action plan, and anticipate possible risks with the help of special programs.

*Keywords:* project planning and management system; MS Project; project model; resource; action plan.

В современном мире регулярно проектируются новые производственные объекты, разрабатываются новые технологии, внедряются военные, космические и другие государственные и коммерческие проекты. В связи с чем огромному количеству людей приходится заниматься производством, обработкой, хранением и реализацией большого объема информации. Поэтому в целях повышения эффективности работы специалистов огромное значение в современном мире уделяется распространению специальных информационных и телекоммуникационных технологий [1].



В Российской Федерации реализуются национальные проекты, нацеленные на модернизацию образования, здравоохранения, жилищного строительства и сельского хозяйства. В настоящее время ведется работа по автоматизации и роботизации почти всех сфер и отраслей экономики, и управления для того, чтобы каждый человек мог получить и использовать любую информацию, знания, а также качественную государственную услугу.

Для реализации государственных проектов используются бюджетные средства страны [2]. Поэтому особенно актуальным становится разработка моделей рационального использования времени и ресурсов, выработка четкого плана действий, предвидение возможных рисков при помощи специальных программ. Именно для автоматизации процессов планирования и управления на рынке информационных технологий представлены различные программные системы для управления проектами.

С помощью программы Microsoft Project создано два варианта плана проекта внедрения системы «ПроМед». Первый вариант приблизительно показывает ход внедрения «ПроМед» в медицинской организации г. Калуги без использования программного планирования. Второй вариант показывает оптимизированный при помощи программы Microsoft Project план проекта внедрения данной системы [3].

Дату окончания проекта внедрения в обоих случаях мы не указываем с той целью, чтобы программа автоматически показала нам разницу в сроках. Изначально при помощи программы Microsoft Project заполнен список всех необходимых задач, которые должны быть выполнены в ходе проекта внедрения «ПроМед», и их длительность, что поможет нам отследить ход всего проекта в целом. При помощи программы Microsoft Project можно менять очередность исполнения задач путем замены предшественников, а также сдвигать сроки их исполнения [4]. В случае необходимости сроки можно сокращать или увеличивать, а также устанавливать параллельное исполнение нескольких задач.

Для наглядной иллюстрации плана графика работ по проекту внедрения системы «ПроМед» без использования программы на рисунке 1 и с использованием программы MS Project на рисунке 2, где представлена диаграмма Ганта.

Рисунок 1 – Диаграмма Ганта плана без использования программы

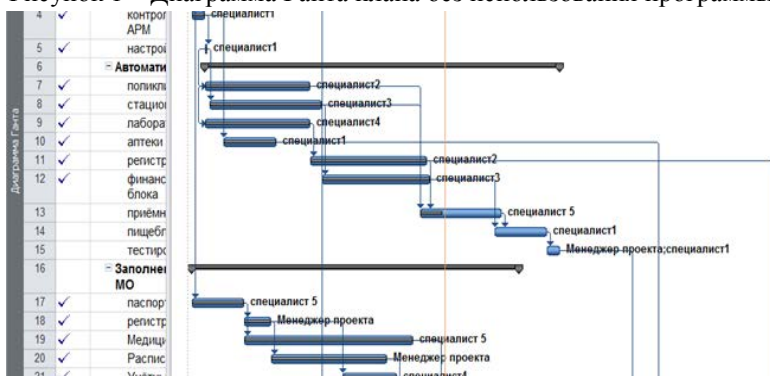
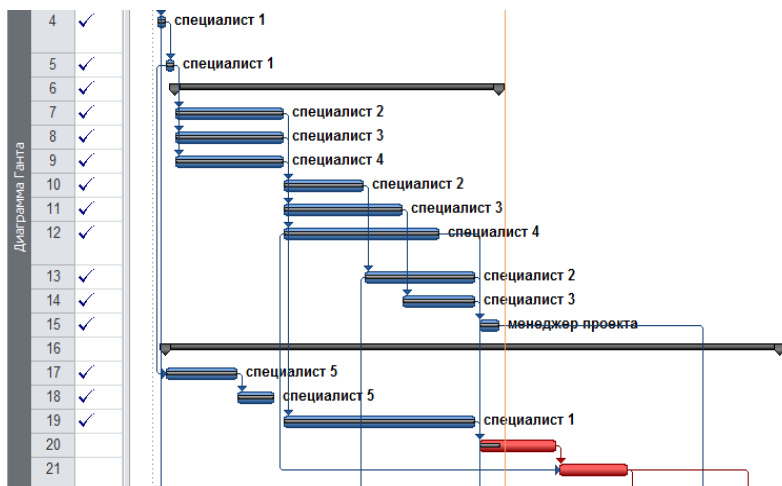


Рисунок 2 – Диаграмма Ганта плана с использованием программы MS Project



После заполнения всех связей программа автоматически формирует критический путь, то есть последовательность задач, не имеющих резерва времени выполнения. Критические задачи – это самая длинная цепочка, отмеченная красным цветом.

Критические пути можно увидеть также на сетевом графике работ, вид которого представлен на рисунках 3 и 4. Именно данная критическая последовательность задач и определяет дату завершения проекта.

Рисунок 3 – Сетевой график без использования MS Project

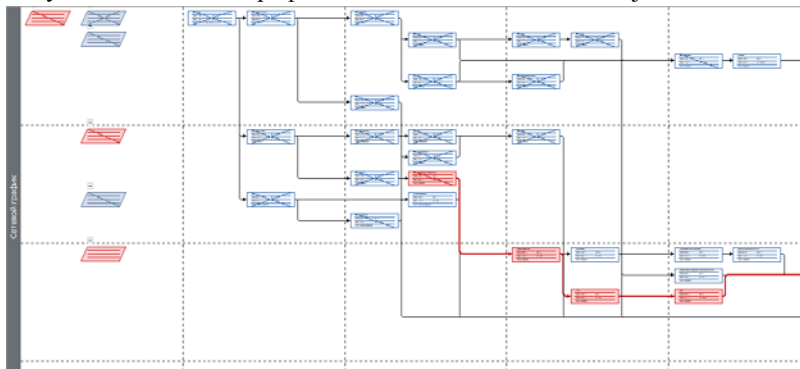
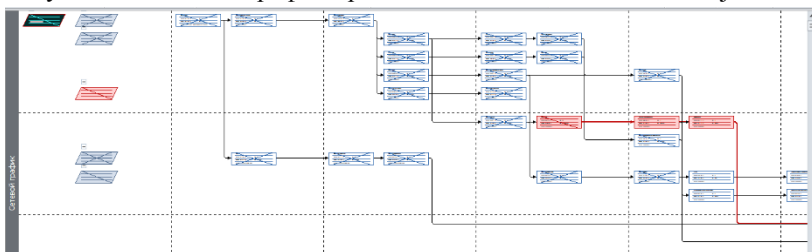


Рисунок 4 – Сетевой график проекта с использованием MS Project



После построения программой MS Project данного графика у специалиста появится возможность анализировать критический путь проекта для последующего изменения в случае необходимости.

Уменьшение или увеличение длительности хотя бы одной из критических задач изменит длительность всего проекта в целом. Однако при этом критическими могут стать совсем другие задачи и измениться критический путь, что считается нормальным. Для повышения эффективности управления проектом внедрения системы «ПроМед» была уменьшена длительность критических задач. Что существенно отразилось на остальных показателях всего проекта.

Именно появившаяся возможность изменять все показатели до окончания выполнения проекта существенно уменьшит риски появления непредвиденных ситуаций, поможет исключить возможные перегрузки или простой ресурсов.

Таким образом, программа MS Project позволит специалисту определить оптимальную последовательность задач. Возможность планирования чёткого расписания выполнения работ поможет сократить сроки и повысить эффективность управления проектом.

А сроки, безусловно, влияют на стоимость внедрения всего проекта.

Планируя стоимость проекта внедрения системы «ПроМед», надо рассчитать не только его бюджет, а также понять, как этот бюджет будет расходоваться на протяжении проекта.

Планирование бюджета «в общем» позволит создать черновой эскиз бюджета проекта, который может быть использован в качестве поэтапного плана для выделения средств, отслеживания затрат, работ и материалов.

Чтобы снизить затраты с помощью Microsoft Project можно применить ряд способов, меняя отдельные составляющие. Например, можно использовать менее дорогие ресурсы. Сэкономленное время на выполнение простейших работ по проекту поможет повысить качество основных процессов и снизить сроки.

Применение методик управления проектами дает возможность учитывать проектные риски, оптимизировать использование ресурсов, отслеживать и вовремя вносить изменения для своевременного выполнения плана, проводить анализ показателей, накапливать и использовать в дальнейшем полученный опыт.

#### *Список литературы:*

1. Ткаченко, А.Л., Рожкова, В.А., Леонова, В.Д., Щеглова, А.А. Реинжиниринг бизнес-процессов компании ООО «Компьютерра» за счет внедрения конфигурации “1С: управление торговлей” // Информационные технологии в экономике и управлении: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – 2020. – С. 126-129.
2. Кондрашова, Н.Г. Информация и ее применение в ходе управления проектами // Дневник науки. – 2020. – № 12 (48). – С. 50.
3. Кондрашова, Н.Г., Русу, Я.Ю. Применение программных продуктов в сфере управления бизнес-проектами // Modern Economy Success. –2020. – № 5. – С. 94-99.
4. Karpunina, E.K., Salikov, YU.A., Suslyakova, O.N., Gorbunova, O.N., Avdeeva, R.A. The way to perfection and safety: about motives of business developme

nt in the digital environment // Digital future economic growth, social adaptation, and technological perspectives. – 2020. – P. 95-104.

5. Ткаченко, А.Л., Испирян, Р.А. Применение систем управления проектами при построении модели проекта // Математическое моделирование в экономике, управлении и образовании: материалы III Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 86-92.
6. Ткаченко, А.Л. Применение искусственного интеллекта в управленческих информационных системах // Развитие управленческих и информационных технологий, их роль в региональной экономике: материалы II Международной открытой научно-практической конференции. – 2016. – С. 147-153.
7. Испирян, Р.А., Ткаченко, А.Л. Принятие управленческих решений посредством системы технического диагностирования // Развитие управленческих и информационных технологий, их роль в региональной экономике: материалы II Международной открытой научно-практической конференции. – 2016. – С. 95-102.

# Физика и математика

УДК 378

**О готовности студентов педагогических направлений подготовки к  
формированию познавательного интереса школьников  
на уроках математики**

**Т.А. Алмазова, А.А. Параносенкова**

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

В статье представлены задания, предлагаемые студентам – будущим учителям математики, в рамках изучения дисциплин методического цикла, направленные на формирование навыков активизации познавательной деятельности школьников. Также представлены результаты готовности студентов к формированию познавательного интереса школьников в процессе изучения математики.

*Ключевые слова:* познавательный интерес, активизация познавательной деятельности учащихся, процесс обучения математики, подготовка студентов-педагогов к профессиональной деятельности.

**On the readiness of students in pedagogical areas to prepare for  
forming the cognitive interest of schoolchildren  
in math lessons**

**T.A. Almazova, A.A. Paranosenkova**

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

The article presents the tasks offered to students, future teachers of mathematics, as part of the study of the disciplines of the methodological cycle, aimed at developing the skills of activating the cognitive activity of schoolchildren. The results of students' readiness to form the cognitive interest of schoolchildren in the process of studying mathematics are also presented.

*Keywords:* cognitive interest, activation of cognitive activity of students, the process of teaching mathematics, preparation of students-teachers for professional activity.

При обучении студентов педагогических направлений подготовки одним из аспектов, подлежащих рассмотрению, является вопрос формирования познавательного интереса школьников. В методике обучения различным дисциплинам, в частности математике, проблема формирования познавательного интереса не является новой и рассматривалась в работах А.Н. Колмагорова, Ю.М. Колягина, В.А. Крутецкого, Л.Д. Кудрявцева, Л.М. Фридмана и др., однако в настоящее время она не теряет своей актуальности.

Как мотив учебной деятельности познавательный интерес изучался многими психологами, такими как Л.С. Благоннадёжина, Л.И. Божович, А.Н. Леонтьев, Н.Г. Морозова и др. «Многие из них опирались на труды С.Л. Рубинштейна, который называл познавательный интерес ценнейшим мотивом учения, черпающим «строительный материал» из внешнего мира» [1, с. 73].

В педагогической практике часто познавательный интерес рассматривают как средство активизации познавательной деятельности обучающихся [2]. В связи с этим в отечественных исследованиях, проведенных Е.В. Кортаевой, А.М. Матюшкиным, И.Я. Лернером, М.Н. Скаткиным, И.Ф. Харламовым, Т.И. Шамовой, Г.И. Щукиной и др., большое внимание уделяется изучению методических возможностей активизации познавательной деятельности обучающихся.

В работах [3; 4] нами были рассмотрены особенности активизации познавательной деятельности при организации методики работы над математическими понятиями в контексте профильной подготовки школьников, а также при организации методики работы над теоремами на основе использования метода целесообразно подобранных задач.

Исследования, проведенные в данном направлении, легли в основу разработки методических материалов для подготовки студентов – будущих учителей математики, к формированию познавательного интереса школьников и, как следствие, активизации их познавательной активности. Организовать целенаправленную работу в данном направлении в вузе целесообразно в рамках изучения дисциплин методического цикла, таких как «Методика обучения математики», «Современные технологии обучения математики», а также при изучении отдельных дисциплин, входящих в профессиональный модуль. Так, при обучении студентов конструированию методики работы над компонентами математического содержания и в процессе создания технологических карт уроков, при подготовке к прохождению педагогической практики отдельные аспекты (средства,

методы, приемы, профессионально ориентированные задачи) формирования познавательного интереса школьников подлежат рассмотрению [5; 6; 7].

Так, при подготовке к занятиям и при проведении занятий по выше обозначенным дисциплинам студентам могут быть предложены задания, направленные на формирование профессиональных компетенций, отражающих способность использовать современные методы и технологии обучения, возможности образовательной среды, в том числе способствующие развитию познавательного интереса обучающихся. Выделим типы таких заданий и приведем примеры.

Задания *первого типа* направлены на формирование умений отбирать и конструировать учебный материал, соответствующий определенным требованиям.

Задание №1. Из предложенного материала выбрать тот, который может быть использован для формирования познавательного интереса школьников при изучении данной темы.

Задание №2. Подобрать материал к уроку, который будет способствовать формированию познавательного интереса школьников при изучении данной темы, и разработать фрагмент технологической карты урока (или методику работы над компонентом математического содержания), на котором этот материал будет использован.

Пример. Подобрать исторический материал, занимательные задачи и задачи с практическим содержанием, которые могут быть использованы при изучении темы «Последовательности. Арифметическая и геометрическая прогрессии». Оценить возможности использования подобранного материала для активизации познавательной деятельности школьников. Разработать методику работы над понятием «последовательность» с описанием использования исторического материала, занимательных задач и задач с практическим содержанием для активизации познавательной деятельности школьников на различных этапах методики работы над понятием.

Задания *второго типа* направлены на формирование навыков отбора педагогических методов, приемов, форм организации образовательного процесса на уроке и во внеурочной деятельности для достижения поставленных целей обучения.

Задание №1. Из предложенных методов и приемов отобрать те, которые с вашей точки зрения будут способствовать формированию познавательного интереса при изучении данной темы.



Пример. Тема «Формулы сокращенного умножения. Квадрат суммы и квадрат разности». Методы и приемы: рассказ учителя с целью сообщения формул; устное решение задач «найди ошибку»; решение упражнений с вызовом учащихся к доске; самостоятельное решение упражнений, решение упражнений «математическая эстафета»; работа с учебником с целью изучения формул; самостоятельная работа исследовательского характера, направленная на открытие формул; работа в парах с целью проверки правильности решения упражнений; решение «зашифрованных» упражнений и т.д.

Задание №2. Подобрать методы и приемы, которые с вашей точки зрения целесообразно использовать для формирования познавательного интереса при изучении определенной темы на уроке данного типа.

Пример. Подобрать методы и приемы, которые могут быть использованы на уроке совершенствования знаний, умений и навыков по теме «Практическое приложение подобия треугольников».

Задание №3. Для данной педагогической технологии (метода или приема) предложить тему, в рамках изучения которой целесообразно использовать эту педагогическую технологию (метод или прием) для формирования познавательного интереса школьников.

Примеры.

1. Разработать тематику учебных проектов, в процессе выполнения которых будет формироваться познавательный интерес школьников при изучении темы «Последовательности. Арифметическая и геометрическая прогрессии».

2. Подобрать теоремы, изучение которых в школьном курсе математики может быть построено на основе метода целесообразно подобранных задач. Описать возможность формирования познавательного интереса школьников при использовании данного метода.

Задания *третьего типа* направлены на формирование компетенций в сфере использования современных средств обучения (программных продуктов, сайтов и других интернет-источников), способствующих достижению поставленных целей обучения.

Задание №1. Изучить функционал конкретного программного продукта и описать возможности его использования для активизации познавательной деятельности школьников при изучении заданной темы.

Пример. Изучить динамические возможности программы «GeoGebra», разработать творческие задания для школьников, направленные на открытие

ими функционально-графического метода решения уравнений и неравенств. В работе [8] ними подробно представлены примеры таких заданий.

Наряду с выполнением выше представленных заданий подготовка студентов к формированию познавательного интереса учащихся может осуществляться в процессе выполнения ими учебно-методических проектов и проектов, направленных на подготовку к педагогической практике.

С целью диагностики готовности студентов к формированию познавательного интереса школьников в процессе организации обучения математике была разработана следующая анкета:

I. Как вы считаете, можно ли во время занятий по математике развивать познавательный интерес школьников?

Варианты ответов: да; скорее да, чем нет; скорее нет, чем да; нет.

II. Что, с Вашей точки зрения, целесообразно использовать для развития познавательного интереса школьников на занятиях по математике (можно выбрать и предложить несколько вариантов ответа)?

Варианты ответов: содержание математического образования; приемы и методы организации учебной деятельности; свой вариант ответа.

III. Что из содержания математического образования, с Вашей точки зрения, целесообразно использовать для развития познавательного интереса обучающихся?

Варианты ответов: занимательные задачи; нестандартные задачи; задачи, имеющие несколько способов решения; исторический материал; интересные факты математического содержания; биография ученых-математиков; свой вариант ответа.

IV. Какие приемы и методы организации образовательного процесса, по Вашему мнению, способствует развитию познавательного интереса обучающихся?

Варианты ответов: игровая форма обучения; проблемные методы обучения; объяснительно-иллюстративные методы обучения; исследовательская работа школьников; проектная деятельность; групповая и парная работа на уроках; свой вариант ответа.

V. Можно ли развивать познавательный интерес школьников при изучении математических понятий?

Варианты ответов да; нет.

Если Ваш ответ утвердительный, то ниже укажите, на каких этапах методики работы над понятиями это целесообразно делать и какое содержание, методы и приемы для этого можно использовать?

Варианты ответов: 1 этап – мотивационный; 2 этап – подготовка к введению определения; 3 этап – введение определения; 4 этап – логико-математический анализ структуры; 5 этап – выполнение действия подведения под понятия; 6 этап – выполнение действий получения следствий из того факта, что конкретный объект обладает признаками некоторого понятия; 7 этап – установление связей между новыми понятиями и изученными ранее; 8 этап – формулировка эквивалентных определений; 9 этап – контроль и оценивание усвоения понятия учащимися;

VI. Можно ли развивать познавательный интерес школьников при изучении теорем?

Варианты ответов: да; нет;

Если Ваш ответ утвердительный, то ниже укажите, на каких этапах методики работы над теоремой это целесообразно делать и какое содержание, методы и приемы для этого можно использовать?

Варианты ответов: 1 этап – мотивационный; 2 этап – раскрытие содержания теоремы; 3 этап – мотивация необходимости доказательства теоремы; 4 этап – формулировка теоремы, работа над ее структурой; 5 этап – поиск доказательства теоремы; 6 этап – оформление доказательства теоремы; 7 этап – усвоение формулировки теоремы; 8 этап – усвоение доказательства теоремы; 9 этап – решение задач по применению теоремы; 10 этап – контроль и оценка усвоения теоремы.

VII. Можно ли развивать познавательный интерес школьников при изучении правил?

Варианты ответов: да; нет;

Если Ваш ответ утвердительный, то ниже укажите, на каких этапах методики изучения правил это целесообразно делать и какое содержание для этого можно использовать?

Варианты ответов: 1 этап – мотивационный; 2 этап – подготовка к введению правила; 3 этап – введение правила; 4 этап – усвоение правила; 5 этап – применение правила.

VIII. Какое содержание математического образования, и какие методы и приемы Вы использовали для развития познавательного интереса школьников в период прохождения педагогической практики?

Ответ.

IX. Какие трудности возникали в процессе разработки какой-либо из методик?

Ответ.

X. Был ли замечен положительный результат Вашей работы по формированию познавательного интереса школьников и как он проявлялся?

Ответ.

XI. Какие из методов и приемов развития познавательного интереса учащихся основной школы Вы считаете самыми эффективными применительно к изучению математики?

Ответ.

XII. Какие из методов и приемов развития познавательного интереса учащихся старшей школы Вы считаете самыми эффективными применительно к изучению математики?

Ответ.

После прохождения педагогической практики студентами 4 и 5 курсов Калужского Государственного Университета им. К.Э. Циолковского (профиль «Физика и математика») был проведено анкетирование в формате электронного опроса. Общее число респондентов составило 15 человек.

Результаты опроса показали, что большая часть респондентов считает возможным развитие познавательного интереса школьников на уроках математики. Такой точки зрения придерживаются двенадцать человек (80%), два человека (13%), сомневаются, но больше склоняются к положительному ответу и один человек (7%), не уверен в том, что можно развивать познавательный интерес обучающихся.

Затем мы выяснили, что двенадцать респондентов (80%) считают, что использование приемов и методов организации учебной деятельности целесообразно для развития познавательного интереса школьников. Вместе с этим четырнадцать человек (93%) считают целесообразным использование содержания математического образования. При этом одиннадцать человек (73%) придерживаются мнения, что нужно интегрировать содержание математического образования с приемами и методами организации учебной деятельности.

Также в результате опроса, нам удалось выяснить, что задачи (занимательные, нестандартные и т.д.), по мнению студентов, развивают познавательный интерес лучше других средств. За них проголосовало двенадцать человек (80%). После задач с небольшим отрывом студенты

отметили интересные факты математического содержания, так ответили десять человек (67%). Девять студентов (60%) проголосовали за исторический материал. Шесть человек (40%), считают, что активизировать познавательный интерес обучающихся поможет биография ученых-математиков.

По данным опроса, исследовательская работа школьников и игровая форма обучения больше всего способствует развитию познавательного интереса. За них проголосовало одинаковое количество респондентов, то есть тринадцать человек (85,7%). Девять человек (64,3%) выбрали проектную деятельность. По шесть человек (42,9%) проголосовали за групповую и парную работу на уроке, проблемный метод обучения и объяснительно-иллюстративный метод изложения.

Затем мы предложили студентам рассмотреть конкретные этапы методики работы над компонентами математического содержания: понятием, теоремой и правилом. Преимущественно студентами были выделены такие этапы как мотивационный, подготовка к введению определения, подготовка к введению правила, раскрытие содержания теоремы, поиск доказательства теоремы.

Удалось выяснить, что все пятнадцать человек опрошенных (100%) считают возможным активизировать познавательный интерес во время изучения математических понятий. Три человека (20%) не знают, как развивать интерес школьников на мотивационном этапе. Некоторые, а именно семь человек (53%), отмечают, что уместным на данном этапе будет использование исторического материала; десять респондентов (67%) упомянули о создании проблемной ситуации; одиннадцать человек (73%) вспомнили о задачах; один человек (7%) отметил фронтальную беседу как активатор интереса.

Следующий этап, который выделили студенты, – это этап подготовки к введению определения. Результаты опроса показали, что некоторые респонденты не знают, что использовать на данном этапе для развития познавательного интереса. Таких студентов оказалось два человека (14%). Остальные респонденты предложили свои варианты: семь из них (47%) отметили групповую или индивидуальную работу исследовательского характера; три человека (20%) считает уместным использование занимательных задач; двое респондентов (13%) отметили групповую работу. По мнению одного человека (7%), для активизации познавательного интереса послужат наводящие вопросы.

Некоторые студенты, а именно два человека (13%), считают, что развитие познавательного интереса при изучении теорем невозможно; двенадцать человек (80%) уверены в обратном; один человек (7%) воздержался от ответа.

Далее, в результате анкетирования нам удалось выяснить, что развитие познавательного интереса возможно при изучении правил – так считают девять человек (60%). Четыре респондента (27%) утверждают обратное. Два человека (13%) воздержались от ответа.

Опрос позволил выявить, какие трудности возникли у респондентов в процессе разработки методик. Получились следующие данные: четыре человека (6%) боятся упустить что-то важное; два респондента (13%) столкнулись с трудностью на этапе поиска доказательства теоремы; один (7%) не знает с чего начинать первый этап; два человека (14%) ответили, что сложно придумать то, что могло бы заинтересовать обучающихся; два студента (13%) ответили, что трудности не возникали; один человек (7%) затрудняется в ответе.

В процессе практики у 53% респондентов был замечен положительный результат при выполнении работы, направленной на формирование познавательного интереса школьников. Пять человек (33%) отметили, что усвоение материала стало быстрее и качественнее. Один человек (7%) отметил заинтересованность детей на уроке. У одного респондента (7%) учащиеся задавали больше вопросов, просили рассказывать больше интересных фактов. Еще один респондент (7%) отметил, что с каждой последующей исследовательской работой выполнение занимало меньше времени, а результат улучшался. Один человек (7%) с уверенностью утверждает, что не заметил никакого результата. Шесть человек (40%) затрудняются в ответе.

Далее, удалось выяснить, какие методы и приемы студенты считают эффективным для обучения в основной школе. Среди всех методов и приемов четыре человека (26%) выделили игровой метод, семь человек (47%) отметили использование наглядностей в обучении и исследовательских работ. Пять респондентов (33%) отдали предпочтение практической работе, применению ЦОР, проблемному обучению и коллективной работе.

В процессе анкетирования удалось выяснить, какие методы и приемы студенты считают эффективным для обучения в старшей школе. Самый популярный метод считается научно-исследовательская деятельность, его отметили пять человек (34%). Шесть человека (40%) отдали предпочтение проблемным методам обучения и проектной деятельности, это показывает,

что они склоняются к исследовательским методам обучения. Индивидуальную работу отметил лишь один человек (7%), групповую или парную работу отметили два человека (13%). Всего один респондент (7%) не смог ответить на данный вопрос.

Подводя итог, можно смело сказать, что большая часть респондентов считает возможным развитие познавательного интереса на уроках математики. Студенты знают, с помощью каких средств эта работа может осуществляться, и используют эти средства на практике, что подтверждает эффективность их методической подготовки к будущей профессиональной деятельности.

*Список литературы:*

1. Красильникова, А.Е. Познавательный интерес как психолого-педагогический феномен // Вестник Шадринского государственного педагогического института. – 2013. – № 2(18). – С. 72-78.
2. Коротаяева, Е.В. Проблемы активизации субъектов в учебно-познавательных взаимодействиях // Педагогическое образование. – 2008. – № 3. – С. 25-37.
3. Алмазова, Т.А., Никаноркина, Н.В., Чернова, И.С. Использование метода целесообразно подобранных задач для активизации познавательной деятельности учащихся при изучении теорем // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского Серия: Естественные и технические науки. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2018. – С. 270-278.
4. Алмазова, Т.А., Шубина, М.С. Особенности активизации познавательной деятельности при изучении математических понятий в классах различных профилей // Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского Серия: Естественные и технические науки. – Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2018. – С. 279-284.
5. Алмазова, Т.А. Методические аспекты подготовки студентов педагогических студентов педагогических направлений по избранным разделам теории и методики обучения математике // Вестник Калужского университета. Серия 1. Психологические науки. Педагогические науки. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 13-17.

6. Алмазова, Т.А., Громова, Н.О. Методические аспекты подготовки будущих учителей математики на примере вероятностно-статистической линии / Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6.
7. Баданова, Т.А., Трунтаева, Т.И. Профессионально ориентированные задачи в курсе математической логики // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 299 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/issue/view?id=129> (дата обращения: 17.02.2021).
8. Алмазова, Т.А., Трунтаева, Т.И., Гайдукова, М.Я., Лебедева, А.О. Возможности использования программы GEOGEBRA при изучении функциональной линии и линии уравнений и неравенств в курсе алгебры основной школы // Вестник Калужского университета. – 2018. – № 2. – С. 130-135.



## **Использование цифровых платформ на уроках физики в 7 классе**

**А.Ю. Антоненко, Л.Н. Сержкин**

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

В статье приводится сравнение наиболее распространенных интернет-платформ для общеобразовательной школы. Исследуется опыт их использования в условиях дистанционного обучения в 2020 году на уроках физики в 7 классе.

*Ключевые слова:* дистанционное обучение, цифровые платформы.

## **Using digital platforms in physics lessons in the 7th grade**

**A.Yu. Antonenko, L.N. Serezhkin**

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

The article provides a comparison of the most common Internet platforms for general education schools. The article examines the experience of their use in distance learning in 2020 in physics lessons in the 7th grade.

*Keywords:* distance learning, digital platforms.

В соответствии с новым ФГОС учитель должен использовать в образовательном процессе информационно-коммуникационные технологии, а также научить школьников грамотно пользоваться ими. При этом некоторые формы обучения, в частности дистанционное, как раз и предполагают широкое использование информационных технологий.

Использование дистанционного обучения позволяет получать метопредметные результаты освоения общеобразовательной программы [1], в частности:

формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникативных технологий;

- умение самостоятельно определять цели своего обучения;
- умение самостоятельно планировать способы достижения целей;
- умение соотносить свои действия с планируемым результатом.

Четвертая четверть 2020 года позволила всем общеобразовательным школам попробовать эту форму обучения на практике. В период карантина школам и учителям была предоставлена возможность самостоятельно выбирать интернет-платформы, с помощью которых они будут организовывать

учебный процесс. В настоящее время существует огромный спектр онлайн-ресурсов для обучения, мы рассмотрим лишь некоторые из них, которые наиболее известны и чаще используются.

Первая платформа – «Российская электронная школа» (далее – РЭШ) [5], созданная в 2014 году, – представлена интерактивными уроками для 1-11 классов по всем школьным предметам. Уроки разрабатывались на основе авторских программ, прошедших независимую экспертизу и полностью соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам (далее – ФГОС) и примерным основным образовательным программам общего образования. В РЭШ есть видеоуроки, краткие конспекты некоторых тем и задания разного уровня.

Следующая платформа – «ЯКласс» [6] – позиционирует себя как «цифровой образовательный ресурс для школ». Сайт запущен в 2013 году, активно используется как во многих городах России, так и в других странах. Материалы представлены не для всех классов и не по всем предметам. Так, например, по русскому языку – для 1-11 классов; по математике – для 1-6 классов; по алгебре – для 7-11 классов; по геометрии задания отсутствуют; по географии, химии, физике и обществознанию задания отсутствуют для 10-11 классов. Уроки соответствуют рабочим программам, отвечают требованиям ФГОС. В «ЯКлассе» представлены готовые разработки, которыми можно пользоваться или добавить свои.

Далее, рассмотрим платформу «Учи.ру» [7], основанную в 2012 году, которой активно пользуются как ученики, так и учителя. На сайте представлены материалы по школьным предметам, но не для всех классов: по алгебре – для 7-11 классов, по английскому языку – для 1-11 классов, по биологии – для 5-6 классов, по географии – для 5-7 классов, по русскому языку – для 1-9 классов, по физике – только для 7 класса и по химии – для 8 класса. И на платформе есть внеурочные курсы и курсы программирования для 1-4 классов.

Сравним [2] эти онлайн-платформы по предмету «Физика» для 7 класса общеобразовательных учреждений с опорой на учебники В.В. Белаги «Физика. 7 класс» и А.В. Пёрышкина «Физика. 7 класс» [3,4] по следующим критериям: соответствие ФГОС; соответствие материалов требованиям, предъявляемым к учебникам «Физика. 7 класс», типы и уровень сложности заданий, результаты выполнения заданий.

| <b>Платформы</b><br><br><b>Критерии</b>  | <b>Российская электронная школа (РЭШ)</b>                                   | <b>ЯКласс</b>  | <b>Учи.ру</b>                                       |
|--|---|--|---|
| Соответствие материалов требованиям требованиям ФГОС                             | Соответствует<br>Не ориентирован на детей с ОВЗ                             | Соответствует<br>Задания для подготовки к ОГЭ и ЕГЭ – морально устаревшие.<br>Не ориентирован на детей с ОВЗ | Не соответствует.<br>Не ориентирован на детей с ОВЗ |
| Соответствие материалов требованиям, предъявляемым к учебникам «Физика. 7 класс» | Соответствует, но в сжатом формате: вместо 68 уроков представлены только 34 | Соответствует, но иной порядок изучаемых тем   | Не соответствует                                    |
| Сочетание теоретического материала с практическими заданиями                     | Да  | Да   | Нет   |
| Тип заданий  | Выбор ответа или ввод ответа в строку                                       | Ввод ответа в строку   | Выбор ответа  |
| Уровень сложности заданий  | Базовый   | Базовый  | Базовый   |
| Методические рекомендации для учителей по использованию платформы                | В наличии   | В наличии  | В наличии   |
| Представление результатов выполненных заданий                                    | Результаты видны  | Результаты видны   | Результаты видны                                    |
| Техническая доступность  | Сложность в регистрации   | Легкость в регистрации   | Легкость в регистрации                              |

Из приведенной характеристики и опыта работа с этими платформами можно сделать вывод, что все они соответствуют ФГОС, но есть как плюсы, так и минусы в каждой платформе. Преимущество этих платформ заключается в том, что если ученик пропустил занятие, то дома он может посмотреть материалы и потренироваться в выполнении заданий.

Основным минусом для учителя является сам характер тестовых заданий. При этом учитель видит конечный результат, а не ход рассуждения учеников: ведь многие ответы на задания можно найти в интернете или выполнять их много раз. Также есть замечания к технической стороне работы платформы: например, при большом количестве учеников достаточно трудно всех закрепить за классами. Кроме того, все платформы плохо работают при большом потоке обращения.

В настоящее время нет единственной полноценной платформы, которая удовлетворяла потребности учителей, учеников и их родителей, и каждая из них может быть использована лишь в качестве дополнения к стандартному преподаванию.

#### *Список литературы:*

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. № 1897 (в ред. от 31.12.2015) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
2. Разинкина, А.И. Оценка качества электронного обучения // Евразийский союз ученых – 2019. – № 4-5(61) – С. 45-48.
3. Белага, В.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразоват. уч. – М.: Просвещение, 2015. – 145 с.
4. Пёрышкин, А.В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразоват. уч. – М.: Дрофа, 2011. – 191 с.
5. Российская электронная школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resh.edu.ru/>.
6. ЯКласс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.yaclass.ru/>.
7. Учи.ру – интерактивная образовательная онлайн-платформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uchi.ru/>.

## **Особенности конвертации малоразмерных ГТД**

**Я.В. Афанасов**

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

Рассмотрены основные особенности конверсии малоразмерных ГТД специального назначения. Определены способы повышения КПД ГТД при их работе в составе электростанций малой мощности. Показаны преимущества применения высокооборотных электрогенераторов. Особое внимание уделено модернизации камер сгорания.

*Ключевые слова:* газовые турбины; малоразмерные ГТД; конверсия; высокооборотные электрогенераторы; малоэмиссионные камеры сгорания; распределённая энергетика; микротурбины; когенерация.

## **Features of conversion of small-size gas turbine engines**

**Ya.V. Afanasov**

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

The main features of the conversion of small-sized special-purpose gas turbine engines are considered. The methods of increasing the efficiency of gas turbine engines during their operation as part of low-power power plants are determined. The advantages of using high-speed electric generators are shown. Special attention is paid to the modernization of the combustion chambers.

*Keywords:* gas turbines; small-size gas turbine engines; conversion; high-speed electric generators; low-emission combustion chambers; distributed energy; microturbines; cogeneration.

### **Введение**

В отрасли энергетического машиностроения Российской Федерации в области производства газотурбинных установок (далее – ГТУ) для малой распределённой энергетики существует отставание от мирового уровня [1]. Причиной является следующее:

- все малоразмерные газотурбинные двигатели (далее – ГТД) РФ спроектированы как агрегаты специального назначения;
- все потребности малой энергетики покрывались ГТУ иностранных производителей, например, Capstone и др. [3].

Решение проблемы отставания в данной области возможно путём конвертации малоразмерных ГТД специального назначения для применения в энергетике, дополнительными стимулами для данных работ являются:

- поручение президента РФ от 2016-2018 года о диверсификации предприятий ВПК [4; 5; 6];
- введение ограничений на применение зарубежной продукции в стратегически важных сферах деятельности.

Альтернативой для малоразмерных ГТД в малой энергетике могут быть поршневые установки, но они уступают им по следующим параметрам:

- стоимость эксплуатации;
- интервал технического обслуживания;
- уровни эмиссии выбросы NOx и CO.

Эти качества вызвали в мире активный рост инвестиций в производство энергоустановок на базе микротурбин (малоразмерных ГТД) (в 1995 г. – около 100 млн. USD, а 2007 г. – около 940 млн. USD). Объем рынка энергоустановок на базе микротурбин в 2011 году составлял 8 млрд \$ США, а в 2015 году достигнет 17-18 млрд \$ США. К 2035 году U.S. Energy Information Administration прогнозирует прирост мощностей по микротурбинным установкам в США в размере 2,4-2,8 ГВт.

### **Проблема конвертации малоразмерных ГТД**

1. Ресурс для ГТД спец. назначения составляет приблизительно 500 моточасов, для энергетических установок удовлетворителен ресурс в 25 000 часов. Путём решения при конвертации является: развитие металлургии; увеличение типоразмера подшипников ротора; повышение эффективности системы очистки воздуха на входе в ГТД; совершенствование высокотемпературных защитных покрытий.

2. Снижение стоимости жизненного цикла изделия является ключевым параметром для эксплуатантов и состоит из расходов на топливо, техническое обслуживание, амортизацию вложений, экологические штрафы, штрафы за отчуждение территории.

### **Форсирование малоразмерных ГТД**

Основным направлением при конвертации авиационных ГТД является их дефорсирование [2] по температуре газа перед турбиной, однако по причине того, что согласно техническому заданию номинальная мощность малоразмерных ГТД специального назначения должна обеспечиваться во всех условиях температуры окружающего воздуха (от -50 °С до +50 °С) и высот до Н = 3 км, такой подход к проектированию приводит к тому, что эти ГТД в

стандартных условиях ( $H=0$  км,  $t_n = +15$  °С) в составе гражданских электростанций имеют низкие температуры газов перед турбиной ( $T_T < 1000$ К) и, соответственно, низкий КПД.

С учетом того, что базовые ГТД являются переразмеренными (имеют повышенный расход воздуха и низкую температуру газов перед турбиной), оптимальным методом конвертации является снижение частоты вращения ротора, что, как следствие, снижает расход воздуха и повышает температуру газов перед турбиной, то есть является форсированием двигателя. Поскольку в области приемлемых температур газов перед турбиной на уровне 1100-1300 К эффективный КПД монотонно возрастает со снижением частоты вращения, выбор частоты вращения определяется максимально допустимой температурой газов перед турбиной и обеспечением запасов газодинамической устойчивости компрессора во всём рабочем диапазоне высотно-климатических характеристик.

### Применение высокооборотных генераторов

Применение высокооборотного генератора позволяет реализовать различные законы управления двигателем и, как следствие, максимально пологую зависимость КПД от режима работы. Этого можно достичь за счёт параметров термодинамического цикла вне зависимости от режимов работы. Закон регулирования  $T_3 = \text{const}$  позволяет обеспечить прирост электрического КПД на частичных режимах относительно ГТУ с постоянной физической частотой вращения до  $\approx 8\%$ . Сравнение данного закона регулирования с традиционным  $n_{\text{физ}} = \text{const}$  приведено на рис. 1

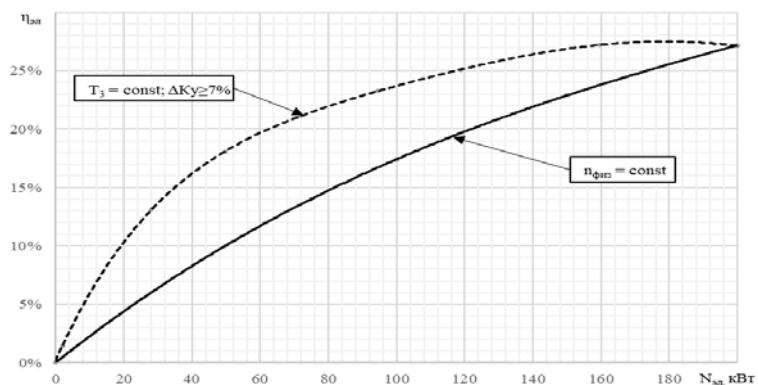


Рисунок 1 – Зависимость КПД от закона регулирования на частичных режимах

Закон регулирования  $n_{пр} = \text{const}$  позволяет снизить требования к дожимающему компрессору и обеспечить работу изделия во всем диапазоне высотно-климатических условий и мощностей на топливном газе с постоянным избыточным давлением топливного газа. Также применение высокооборотного электрогенератора обеспечивает: снижение стоимости и сложности конструкции; улучшение массогабаритных характеристик.

### **Модернизация камеры сгорания**

Для гражданской продукции наиболее востребовано рынком работа на различных видах газообразного топлива (природном газе высокого, среднего и низкого давления, попутном нефтяном газ, биогаз, и др.). с низкому уровнем эмиссии по  $\text{NO}_x \approx 15\text{-}25 \text{ ppm}$  [3; 4].

Описанные условия накладывают существенные требования к разрабатываемым КС МГТД, сложность выполнения которых связана со следующими особенностями организации рабочего процесса малоразмерных ГТД:

- большая относительную толщина пограничного слоя газозвдушного потока;
- повышенная неравномерность распределения параметров потока по сечениям жаровой трубы;
- существенное влияние масштабного фактора на структуру течения и характеристики струй вторичного воздуха;
- низкие параметры цикла.

Кроме того, размеры МГТД накладывают существенные ограничения на фронтное устройство камер сгорания. Перевод на работу на газообразное топливо КС базовых жидкотопливных МГТД осложнено тем, что плотность газообразного топлива в  $10^3$  раз меньше жидкого, что усложняет обеспечение высокого качества процесса горения в существующей геометрии КС.

Таким образом, конверсия жидкотопливных ГТД требует решения следующих задач:

1. Требования по экологическим характеристикам, что требует рассмотрения особых способов организации рабочего процесса в КС.
2. Возможность применения газообразного топлива в качестве основного требует модернизации ФУ.
3. Минимальный перед давления топлива над давлением в КС в случае газообразного топлива.



4. Обеспечение сопоставимого с полноразмерными КС значения числа Дамклера, оказывающего существенное влияние на характеристики рабочего процесса

$$Da = \frac{t_{\text{физ.пр}}}{t_{\text{хим.р}}} = \frac{k \cdot C_0^n \cdot (-\Delta H) \cdot L}{\rho \cdot c_p \cdot T \cdot v}$$

На рис. 2 продемонстрированы серийный камеры сгорания в зависимости от мощностной размерности двигателя.

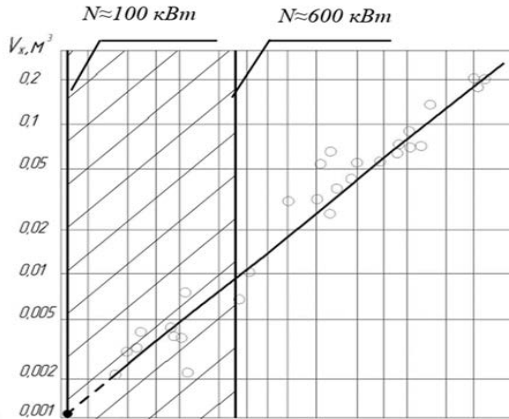


Рисунок 2 – Камеры сгорания серийных МГТД

Таким образом, на данный момент подходы к проектированию КС ГТД, соответствующих мощностям менее 150 кВт, мало изучены и требуют сложного и ресурсоёмкого комплекса теоретической и экспериментальных работ при создании КС и доводке.

### Результаты

В статье рассмотрены основные подходы к конвертации малоразмерных газотурбинных двигателей специального назначения в продукцию для применения в энергетике. Обоснована актуальность проблемы развития малоразмерных газотурбинных установок в разрезе стратегического развития энергетики РФ. Составлен перечень ключевых задач конвертации и подход к их решению.

### Список литературы:

1. Энергетические газотурбинные установки и энергетические установки на базе газопоршневых и дизельных двухтопливных двигателей: отчет

некоммерческого партнерства «Российское теплоснабжение» / Семенов В.Г., Дубенец В.С., Ольховский Г.Г. и др. – 2004. – Ч. 1. – 127 с.

2. Гриценко, Е.А., Данильченко, В.П., Лукачев, С.В. Конвертирование авиационных ГТД в газотурбинные установки наземного применения: монография. – Самара: СНЦ РАН, 2004. – 266 с.
3. Capstone Turbine Corporation. Advanced MicroTurbine System (AMTS) - C200 Micro Turbine -Ultra-Low Emissions Micro Turbine. United States: N. p., 2007.
4. MicroTurbine U.L.E. Capstone Turbine Corporation. – 2008.

УДК 372.853

**Методические аспекты использования квазиэкспериментальных задач при изучении школьного курса астрономии**

**В.И. Герасимова<sup>1</sup>, Е.А. Лошкарева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Средняя общеобразовательная школа № 44, Калуга*

*<sup>2</sup>Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга*

В статье раскрыты некоторые методические аспекты использования квазиэкспериментальных задач на различных этапах уроков астрономии.

*Ключевые слова:* квазиэкспериментальные задачи, этапы урока, курс астрономии.

**Methodological aspects of the use of quasi-experimental problems in the study of the school course of astronomy**

**V.I. Gerasimova<sup>1</sup>, E.A. Loshkareva<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Secondary School No. 44, Kaluga*

*<sup>2</sup>Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga*

The article reveals some methodological aspects of using quasi-experimental problems at various stages of astronomy lessons.

*Keywords:* quasi-experimental tasks, lesson stages, astronomy course.

Астрономия, как и все естественные науки, базируется на эксперименте, роль которого в основном выполняют наблюдения. Прямой эксперимент на космических телах в рамках урока невозможен. Школьный

курс астрономии является довольно объёмным по содержанию, но компактным по времени изучения – 1 час в неделю, всего 35 часов. В связи с этим практически каждый урок астрономии предполагает изучение нового материала. Но при этом необходимо также и проверять знания учащихся, выполнять практические и лабораторные работы. При таком подходе удобно использовать различные виды задач.

Но не будем забывать, что основным методом астрономии является наблюдение, поэтому организация практических наблюдений является необходимым компонентом преподавания школьной астрономии. Но провести их весьма затруднительно по ряду причин: наблюдения звёздного неба возможно проводить только в тёмное время суток, то есть во внеурочное время, что требует специальной организации; в условиях города мешает засветка – увидеть можно только наиболее яркие объекты; для наблюдений неба нужна хорошая погода, что невозможно обеспечить наверняка. Провести полноценные лабораторные работы или решить какую-либо экспериментальную задачу, как мы привыкли делать на уроках физики, здесь зачастую невозможно. Но существует возможность использовать экспериментальные данные, полученные в крупнейших обсерваториях мира. Эти данные есть в открытом доступе. Они могут быть представлены в виде фотографий, таблиц и т.д. В связи с этим особую актуальность приобретают так называемые квазиэкспериментальные задачи [1; 2; 4]. Данные в квазиэкспериментальной задаче могут быть представлены в виде фотографий, таблиц, текстового описания, графиков изменения какой-либо величины.

В своей работе «Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике» [5] Бойкова А.Е. рассматривает экспериментальную задачу как дидактически трансформированную модель научного экспериментального метода исследования на различных этапах урока. Воспользовавшись ее схемой, подробно остановимся на квазиэкспериментальных задачах для различных этапов.

Таблица 1 – Этапы решения квазиэкспериментальных задач

| <b>Этапы урока</b>  | <b>Примерные этапы решения экспериментальной задачи</b> | <b>Характерные этапы экспериментального метода</b>                      |
|---|---|---|
| Орг. момент   | –   | –   |
| Постановка проблемы   | Наблюдение и формулирование вопросов                    | Постановка проблемы   |
| Формулирование гипотезы   | Формулирование учебной гипотезы                         | Формулирование гипотезы   |
| Планирование эксперимента и конструирование экспериментальной установки | Подбор приборов и сборка экспериментальной установки    | Планирование эксперимента и конструирование экспериментальной установки |
| Проведение эксперимента   | Проведение измерений                                    | Проведение эксперимента   |
| Анализ и обработка экспериментальных данных                             | Анализ и обработка результатов измерений                | Анализ и обработка экспериментальных данных                             |
| Формулирование выводов и следствий                                      | Формулирование выводов и следствий                      | Формулирование выводов и следствий                                      |
| Домашнее задание  | –   | –   |

На первый взгляд кажется, что квазиэкспериментальная задача не отвечает никаким этапам, кроме анализа и обработки данных и формулировании выводов и следствий, однако использование ее так же возможно и на предшествующих этапах.

На этапе постановки проблемы и формулировании гипотез [3] квазиэкспериментальная задача может поставить проблемный вопрос, связанный с отсутствием знаний о той или иной астрофизической характеристике, а также позволит сформулировать предположение о том, что необходимо знать для того или иного случая. Например, при изучении классификации звезд учащихся необходимо познакомить с основными

астрофизическими характеристиками, а также разобраться в принципе построения диаграммы Герцшпрунга-Рессела.

Следующие этапы, такие как подбор приборов и производство измерений, в квазиэкспериментальной задаче не присутствуют. Однако анализ и обоснование выбора приборов, возможные изменения этого выбора даже при обсуждении в устной форме позволяют учащимся применить полученные знания и умения на предыдущих уроках, что может послужить и как актуализация знаний, и как приобретение новых знаний.

Последующие этапы (анализ и обработка результатов, формулировка выводов) непосредственно присутствуют в квазиэкспериментальной задаче. Однако, как можно убедиться, она не ограничивается только ими.

В лабораторных практикумах по астрономии обязательно предусматривается работа по изучению звездного неба, небесной сферы и систем астрономических координат. Однако во многих школах лабораторные работы по астрономии заменяют решением задач или опросом учащихся. Тем не менее, существуют тетради-практикумы, в которых, помимо расчетных задач, представлены также квазиэкспериментальные задачи, позволяющие учащимся лучше усваивать новый материал урока. Подбор таких задач учителем к каждому уроку является достаточно трудоемкой задачей. Помимо поиска квазиэкспериментальной задачи, учитель должен определить ее роль в ходе урока. Поэтому хорошим помощником могут служить комплексы таких задач по различным темам.

На этапе актуализации знаний или при проверке домашнего задания можно использовать квазиэкспериментальные задачи с вариантом ответа, например:

*Солнечные затмения (рис. 1) наблюдаются на Земле во время новолуний. Почему они наступают не каждое новолуние? Выберите правильный ответ.*

1. Из-за наклона земной оси к плоскости орбиты Луны.
2. Из-за наклона плоскости орбиты Луны к плоскости орбиты Земли.
3. Из-за наклона земной оси к плоскости орбиты Земли.
4. Из-за наклона лунной оси к плоскости Галактики.

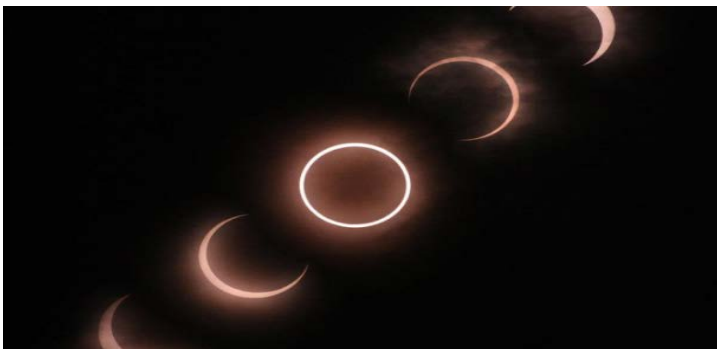


Рисунок 1 – Солнечное затмение

Более сложные задачи, взятые из различных этапов олимпиад школьников по астрономии, можно использовать для мотивированных учащихся. Например:

*(Всероссийская олимпиада школьников по астрономии 2013 г.) На рис. 2 показан трек планеты Солнечной системы (положение среди звезд в разные моменты времени). Положения отмечены кружками, отстоят друг от друга на 10 дней, даты подписаны через 30 дней. Что это за планета?*

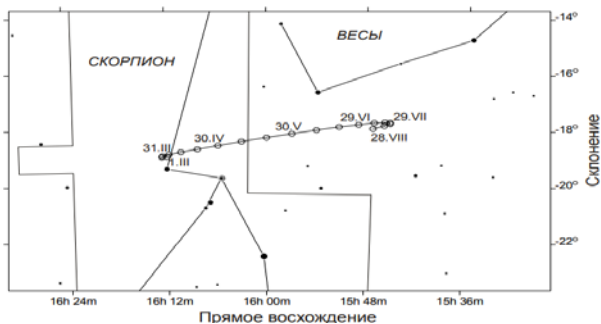


Рисунок 2 – Трек планеты Солнечной системы

Для учащихся, планирующих сдавать ЕГЭ по физике полезно будет познакомиться с квазиэкспериментальными задачами по астрономии, встречающимися в экзамене.

Например: (сайт «Решу ЕГЭ») На рисунке представлена зависимость блеска некоторой переменной звезды от времени.

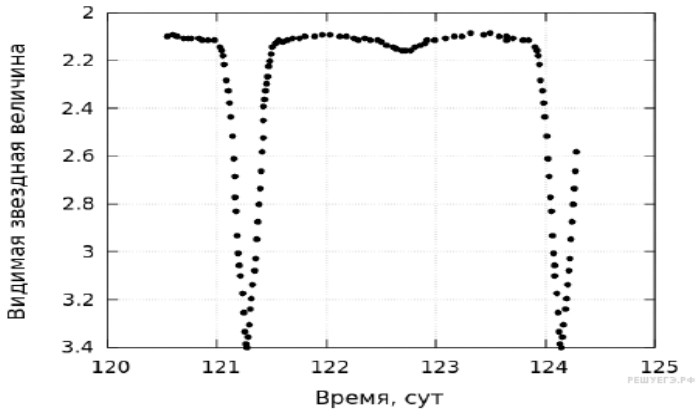


Рисунок 3

*Выберите все верные утверждения, которые соответствуют этому графику:*

- 1) период этой звезды составляет 1 сутки и 10 часов;
- 2) эту звезду можно увидеть невооружённым глазом;
- 3) в моменты времени 121,3 суток и 124,1 суток звезда наиболее яркая;
- 4) температура фотосферы звезды изменяется на 1200 К за период;
- 5) эта звезда находится в нашей Галактике.

Таким образом, использование квазиэкспериментальных задач на уроках астрономии позволит решить некоторые сложности, а именно: проведение эксперимента в условиях урока, а также непосредственную причастность учащихся к исследовательской деятельности, которой уделяется большое внимание в современных стандартах.

Каждая квазиэкспериментальная задача носит информационный характер, она содержит дополнительные сведения, необходимые для выполнения заданий. При этом теоретический материал не повторяет содержание учебника, а дополняет и расширяет его. Уже чтение условия такой задачи позволяет получить новую информацию, а решение способствует, с одной стороны, успешному усвоению курса астрономии в соответствии с программой, с другой стороны, – лучшему пониманию изученных в ходе урока фактов, расширяет кругозор школьников, способствует формированию умений и навыков самостоятельной, исследовательской работы.

*Список литературы:*

1. Красин, М.С. Квазиэкспериментальные задачи на муниципальном этапе Всероссийской олимпиады школьников по физике как фактор развития методологической культуры школьников // Физика в системе современного образования: материалы XIV Международной научной конференции. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2017. – С. 350-352.
2. Красин, М.С., Осикова, С.С., Тищенко, Г.С. Квазиэкспериментальные олимпиадные задачи как фактор развития методологической культуры школьников // Физика и ее преподавание в школе и вузе. XII Емельяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2014. – С. 91-97.
3. Красин, М.С., Лошкарева, Е.А., Типикина, Е.Н. Методологический подход в обучении астрономии в современной школе // Школа будущего. – 2020. – № 6. – С. 16-23.
4. Кармазин, С.В. Использование графиков при решении экспериментальных и псевдоэкспериментальных задач по физике // Всероссийский съезд учителей физики: тезисы доклада. – М.: МГУ, 2011. – С. 229-231.
5. Бойкова, А.В. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений в процессе обучения физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – СПб., 2010. – 254 с.
6. Герасимова, В.И., Лошкарева, Е.А. Реализация системно-деятельностного подхода при решении квазиэкспериментальных задач по астрономии // Вестник Калужского университета. – 2021. – № 2.



**Об одном методе построения класса решений обобщенной системы уравнений электромагнитного поля**

**Ю.А. Гладышев, Е.А. Лошкарёва**

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

В статье представлено применение метода обобщенных степеней для построения класса решений уравнений Максвелла. В качестве математического аппарата, примененного в работе, выбран аппарат двух кватернионных переменных. Представлена система Максвелла в векторной, символической и кватернионной форме. Предложен вариант обобщения системы Максвелла электромагнитного поля. Для достижения симметрии введены гипотетические магнитные заряды, легко исключаемые путем обнуления. Также введены скалярные поля  $H_0$  и  $E_0$ , изменение которых рассматривается как некоторые условные электрические заряды и токи. В работе не делается каких-либо физических утверждений.

*Ключевые слова:* кватернионы, электромагнитное поле, уравнения Максвелла, обобщенные степени.

**On a method for constructing a class of solutions to a generalized system of electromagnetic field equations**

**Yu.A. Gladyshev, E.A. Loshkareva**

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

The article presents the application of the generalized degree method for constructing a class of solutions to Maxwell's equations. The mathematical apparatus used in this work is the apparatus of two quaternion variables. The Maxwell system is presented in vector, symbolic, and quaternionic form. A variant of the generalization of the Maxwell system of the electromagnetic field is proposed. To achieve symmetry, hypothetical magnetic charges are introduced, which are easily eliminated by zeroing. The scalar fields  $H_0$  and  $E_0$  are also introduced, the change of which is considered as some conditional electric charges and currents. The paper does not make any physical statements.

*Keywords:* quaternions, electromagnetic field, Maxwell's equations, generalized powers.

## 1. Алгебра кватернионов

Начнем с комплексных чисел, которые обычно записывают в виде  $z = x + iy$ . Таким образом, эта упорядоченная пара действительных чисел, а  $i$  – мнимая единица со свойствами:  $i \cdot 1 = 1 \cdot i = i$ ,  $i^2 = -1$ . Эти свойства позволяют определить две операции сложения и умножения, которые не выводят из множества комплексных чисел  $C$ . Они обладают всеми свойствами операций над действительными числами  $z_1 + z_2 = z_3, z_3 = z_1 \cdot z_2, z_1, z_2, z_3 \in C$ .

Если определить операцию комплексного сопряжения как изменение знака  $i$ , то есть  $\bar{z} = x - iy$ , то возникают две переменных  $z, \bar{z}$ . По обычным правилам можно записать

$$x = \frac{z + \bar{z}}{2}, \quad y = \frac{z - \bar{z}}{2i}. \quad (1.1)$$

Функции  $f(x, y)$  от двух переменных  $x, y$  можно записать как функции от  $z, \bar{z}$

$$f(x, y) = f\left(\frac{z + \bar{z}}{2}, \frac{z - \bar{z}}{2i}\right) = F(z, \bar{z}). \quad (1.2)$$

По обычным правилам замены переменных можно ввести операции дифференцирования по  $z, \bar{z}$

$$\frac{\partial f}{\partial z} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial z} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial f}{\partial x} - i \frac{\partial f}{\partial y} \right). \quad (1.3)$$

Очевидно, что имеем два оператора дифференцирования по комплексным переменным

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right). \quad (1.4)$$

В сообщении будем использовать эти операции, а также их правые обратные

$$I = \frac{1}{2} \int_{z_0} dz \dots, \quad \bar{I} = \frac{1}{2} \int_{\bar{z}_0} d\bar{z} \dots \quad (1.5)$$

В математике все эти свойства выражены одним словом – комплексные числа образуют поле. Роль функций, определенных на поле комплексных чисел, настолько велика в современной математике, что об их свойствах имеется огромное число исследований.

Как дальнейшее развитие понятия поля  $C$  в начале XIX века ирландский математик Гамильтон предложил числа  $Q$ , составленные из 4 действительных чисел  $q_0, q_1, q_2, q_3$  с тремя единицами  $i, j, k$

$$Q = 1 \cdot q_0 + iq_1 + jq_2 + kq_3. \quad (1.6)$$

С точки зрения геометрии, единицы  $i, j, k$  можно рассматривать как единичные векторы трехмерного пространства. Поэтому  $q_0$  называют скалярной частью кватерниона, а часть с единицами  $i, j, k$  – векторной. Это определяет их поведение при пространственных поворотах системы координат. Основная задача, которую решил Гамильтон, – это определение операции умножения этих единиц.

$$\begin{aligned} i \cdot j = k = -j \cdot i, \quad j \cdot k = i = -k \cdot j, \quad k \cdot i = j = -i \cdot k, \\ i \cdot 1 = 1 \cdot i = i, \quad j \cdot 1 = 1 \cdot j = j, \quad k \cdot 1 = 1 \cdot k = k. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Из этих соотношений следует, что единицы  $i, j, k$  не коммутируют, их произведение зависит от порядка сомножителей. Более точно, они антикоммутируют и меняют знак при их перестановке.

Современная физика, а точнее ее раздел квантовая механика, широко использует эти свойства кватернионов, правда, в несколько иной форме для описания поведения микрочастиц.

Введение сопряженного кватерниона

$$Q' = q_0 - q_1i' + q_2j' + q_3k' \quad (1.8)$$

позволяет ввести действительное число

$N^2 = QQ' = q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + q_3^2$ , корень из которого называют нормой кватерниона.

Основной дифференциальный оператор имеет вид

$$D = \frac{\partial}{\partial x_0} \cdot 1 + \frac{\partial}{\partial x_1} e_1 + \frac{\partial}{\partial x_2} e_2 + \frac{\partial}{\partial x_3} e_3. \quad (1.9)$$

Как действует этот оператор? Надо взять кватернион  $\underline{Q}$  и найти путем умножения  $D\underline{Q}$ . В обозначениях векторного анализа имеем

$$D\underline{Q} = \frac{\partial q_0}{\partial x_0} - \operatorname{div} \vec{q} + \frac{\partial \vec{q}}{\partial x_0} - \operatorname{grad} q_0 - \operatorname{rot} \vec{q}. \quad (1.10)$$

Именно из алгебры кватернионов американский физик Гиббс извлек основные операции векторного анализа. Если  $\underline{Q}$  не зависит от  $x_0$ , то оператор  $D\underline{Q}$  можно записать

$$\vec{\nabla} Q = -\operatorname{div} \vec{q} + \operatorname{grad} q_0 + \operatorname{rot} \vec{q}, \quad (1.11)$$

здесь  $\operatorname{div} \vec{q}$  дает скалярную, а  $\operatorname{grad} q_0 + \operatorname{rot} \vec{q}$  векторную часть.

Оператор  $D$  в этом случае имеет вид

$$D = i \frac{\partial}{\partial x_1} + j \frac{\partial}{\partial x_2} + k \frac{\partial}{\partial x_3} = \vec{\nabla}, \quad (1.12)$$

и обычно в учебниках обозначается как  $\vec{\nabla}$ .

## 2. Основная система уравнений электромагнитного поля Максвелла

Основная система для электромагнитного поля была установлена Д.К. Максвеллом в XIX веке. Запишем ее в векторной форме. Пусть  $\vec{E}, \vec{H}$  – напряженности электрического и магнитного поля. Тогда

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{div} \vec{E} &= 4\pi\rho, \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, \\ \operatorname{div} \vec{H} &= 0, \\ \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j} \end{aligned} \right\}, \quad (2.1)$$

где  $\rho, \vec{j}$  – плотности зарядов и токов.

Именно в таком виде проще всего выяснить физический смысл каждого уравнения. Поэтому при начальном обучении такой вид системы Максвелла, на наш взгляд, более целесообразен. Следует также напомнить, что система (2.1), записанная в дифференциальной (локальной) форме, может быть выражена в интегральной (глобальной) форме, удобной для экспериментальной проверки законов электромагнетизма.

Существует много форм записи системы Максвелла. Кроме (2.1), используются записи по компонентам, которая удобна при решении конкретных задач.

При появлении СТО была использована символическая (индексная) форма. Она позволяла точно учитывать преобразование значений физических величин при переходе от одной инерциальной системы координат к другой. Например, для электромагнитного поля это в общем случае 16 величин, которые составляют антисимметричный тензор электромагнитного поля и записывается как  $F_{ik}$ , где  $i, k = \overline{0, 3}$ . Слово «тензор» означает преобразование компонентов при переходе от системы отсчета  $K$  к другой. Система (2.1) Максвелла представлена как

$$\frac{\partial F_{ik}}{\partial x_k} = 0, \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial F_{ik}}{\partial x_j} + \frac{\partial F_{kj}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{ji}}{\partial x_k} = 0. \quad (2.3)$$

Если индекс повторяется дважды, то по нему идет суммирование от 0 до 3.

В такой форме, при всем ее математическом удобстве, разобраться в физическом смысле довольно трудно, поэтому даже в учебниках по теоретической физике она используется после векторной формы. Далее, в сообщении она не используется и приведена только для общности.

Перейдем к кватернионной форме представления системы Максвелла. Введем обозначение для оператора

$$\vec{\nabla} = i \frac{\partial}{\partial x_1} + j \frac{\partial}{\partial x_2} + k \frac{\partial}{\partial x_3}. \quad (2.4)$$

Тогда, если принять

$$\vec{H} = iH_1 + jH_2 + kH_3, \quad (2.5)$$

$$\vec{E} = iE_1 + jE_2 + kE_3, \quad (2.6)$$

то система Максвелла при отсутствии зарядов и токов в данной области имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} - \vec{\nabla} \vec{H} &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \vec{\nabla} \vec{E} &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (2.7)$$

Здесь  $\vec{E}, \vec{H}$  – векторные кватернионы, а основной оператор  $\vec{\nabla}$  взят согласно (1.12).

Для нахождения поставленной в работе задачи построения решения системы Максвелла (далее – СМ) приведем матричную форму записи СМ. Введем комплексные функции

$$\psi_1 = -H_1, \quad \psi_2 = H_2 - iH_3, \quad \psi_3 = iE_1, \quad \psi_4 = iE_2 + E_3. \quad (2.8)$$

Тогда систему Максвелла можно записать в векторной форме как

$$\begin{aligned} \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & 2 \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \\ -2 \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & -2 \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \\ 2 \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{pmatrix} &= 0, \end{aligned} \quad (2.9)$$

или в более сжатой форме

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{pmatrix} - \bar{D}_2 \begin{pmatrix} \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \psi_3 \\ \psi_4 \end{pmatrix} + D_2 \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{pmatrix} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2.10)$$

где введены важные для дальнейшего обозначения

$$\bar{D}_2 = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & 2\frac{\partial}{\partial \bar{z}} \\ -2\frac{\partial}{\partial \bar{z}} & \frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix}, \quad D_2 = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} & -2\frac{\partial}{\partial \bar{z}} \\ 2\frac{\partial}{\partial \bar{z}} & \frac{\partial}{\partial x_1} \end{pmatrix}. \quad (2.11)$$

Учтем, что

$$D_2 \bar{D}_2 = \bar{D}_2 D_2 = \Delta(3). \quad (2.12)$$

Здесь принято

$$\Delta(3) = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_3^2}. \quad (2.13)$$

Если функция  $\Psi_i$  дважды непрерывно дифференцируема, то, как следует из (2.11), (2.12), она удовлетворяет волновому уравнению Даламбера. Можно объединить уравнения (2.9) в одно

$$\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \Psi_1 \\ \Psi_2 \\ \Psi_3 \\ \Psi_4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & \bar{D}_2 \\ -D_2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Psi_1 \\ \Psi_2 \\ \Psi_3 \\ \Psi_4 \end{pmatrix} = 0. \quad (2.14)$$

Эта форма специально введена для использования метода построения решений, данных в работе.

Введем далее обозначения

$$D_1 = \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} E(4), \quad D_2 = \begin{pmatrix} 0 & \bar{\nabla} \\ -\bar{\nabla} & 0 \end{pmatrix}.$$

Эти операторы коммутируют, ибо  $E(4)$  – единичная матрица.

### 3. О возможном обобщении системы Максвелла

Всякое обобщение должно учитывать некоторые общие хорошо проверенные свойства и законы. Например, возможное обобщение системы Максвелла должно соответствовать принципам СТО, сохранить хорошо проверенные симметрии и связанные с ними законы сохранения. Они должны исходить из ранее достигнутой формы физических законов. При исключении введенных новых элементов, а такая возможность должна быть, все должно вернуться к первоначальной форме.

В данном сообщении вопрос о допустимом расширении системы Максвелла не связан с их коренным изменением. Это только теоретический анализ, возможный с точки зрения выполнения общих требований математики и физики.

Напомним, что основная цель работы – предложить новый метод построения решений системы Максвелла.

В системе (2.1) напряженности  $\vec{E}, \vec{H}$  можно рассматривать не только как векторы в трехмерном пространстве, но и как векторные кватернионы. Поэтому вполне естественно расширить их до полных кватернионов, то есть ввести их скалярные части, обозначив через  $E_0, H_0$

$$E = E_0 + \vec{E}, \quad H = H_0 + \vec{H}. \quad (3.1)$$

Тогда система (2.9) может быть записана как

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} - \nabla H &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial H}{\partial t} - \nabla E &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (3.2)$$

Напомним, что

$$\nabla q = \text{grad} q_0 - \text{div} \vec{q} + \text{rot} \vec{q}. \quad (3.3)$$

Имеем обобщенную систему Максвелла

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{c} \frac{\partial E_0}{\partial t} + \text{div} \vec{H} &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} - \text{rot} \vec{H} - \text{grad} H_0 &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial H_0}{\partial t} - \text{div} \vec{E} &= 0, \\ \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \text{rot} \vec{E} + \text{grad} E_0 &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (3.4)$$

Каким образом интерпретировать изменения, внесенные в систему Максвелла? Поскольку производная от  $H_0$  по времени стоит в том месте, где



обычно расположена плотность зарядов  $\rho$ , то вполне понятно, что это слагаемое возможно назвать плотность некоторых «наведенных» зарядов.

Аналогично производная  $\frac{1}{c} \frac{\partial E_0}{\partial t}$  – это магнитные заряды, существование которых предполагается

$$\rho_e = -\frac{1}{c} \frac{\partial H_0}{\partial t}, \quad \rho_m = \frac{1}{c} \frac{\partial E_0}{\partial t}.$$

Это немного напоминает, что производную  $\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$  называют «током смещения», ибо это не реальный ток зарядов, а слагаемое, подобное току, в смысле создания магнитного поля. Аналогично градиентные слагаемые можно считать токами некоторых внутренних электрических и магнитных зарядов.

Для электромагнитной волны это означает, что вектор  $\vec{E}(\vec{H})$  не перпендикулярен направлению ее распространения. Появляется некоторая продольная волна при сохранении перпендикулярности плоскостей  $\vec{E}(\vec{k})$  и  $\vec{H}(\vec{k})$ .

Не являясь специалистами по этим вопросам, можно только сослаться на литературу, где встречается понятие бессилового поля. Действительно, скалярные поля  $E_0, H_0$  не входят в выражение закона Лоренца.

#### 4. Построение решений системы Максвелла с помощью метода обобщенных степеней

Обычный метод решения краевых задач для системы Максвелла состоит во введении вспомогательных величин, например, электромагнитных потенциалов  $\varphi, \vec{A}$ . Метод обобщенных степеней позволяет строить решение непосредственно для полей  $\vec{E}, \vec{H}$ . Если ввести общий оператор

$$\vec{D}_s = D_1 - D_2, \quad D_s = D_1 + D_2, \quad (4.1)$$

то строится последовательность функций, которые обозначим  $\vec{z}^m \vec{z}^n c$  со свойствами

$$D \vec{z}^m \vec{z}^n c = n \vec{z}^m \vec{z}^n c, \quad \vec{D} \vec{z}^m \vec{z}^n c = m \vec{z}^m \vec{z}^n c. \quad (4.2)$$

Очевидно решение системы Максвелла будет последовательность

$$V = Z^{(n)} C_n \quad (4.3)$$

при целом  $n$ , ибо

$$\bar{D}Z^{(n)} C_n = 0.$$

Опираясь на принцип суперпозиции, общее решение найдем как сумму вида (ряд)

$$V = \sum Z^{(n)} Z^{(n)} C_n, \quad (4.4)$$

где  $C_n$  вытекает из условия поставленной задачи. Рассмотрен ряд конкретных примеров.

*Список литературы:*

1. Гладышев, Ю.А. Об одной физической интерпретации обобщенных условий Коши-Римана /Ю. А. Гладышев, Е. А. Лошкарева // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции. – Воронеж, 2021. – С. 102-109.
2. Гладышев, Ю.А., Лошкарева Е.А. О методах построения комплексных обобщенных степеней Берса // Вестник Калужского университета. –2020. – № 2(47). – С. 77-80.
3. Канарейкин, А.И. Применение математического аппарата Берса к решению задачи теплопроводности // Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Серия: Естественные науки. – 2018. – С.175-178.

**О направлениях использования образовательного компонента в развитии человеческого капитала**

**И.В. Дробышева, Ю.А. Дробышев**

*Калужский филиал Финансового университета, Калуга*

В работе рассматриваются условия, которым должно удовлетворять образование человека, чтобы его можно было рассматривать как средство развития человеческого капитала. Для выявления и формулировки этих условий проведен анализ сущности понятия «человеческий капитал», теории человеческого капитала, концептуальным положением которой является утверждение о необходимости инвестиций в его развитие.

*Ключевые слова:* человеческий капитал, инвестиции, образование, содержание образования, общие и специальные способности, мотивация.

**Directions of using the educational component  
in the development of human capital**

**I.V. Drobysheva, Yu.A. Drobyshev**

*Kaluga Branch of the University of Finance, Kaluga*

The paper considers the conditions that a person's education must meet in order to be considered as a means of developing human capital. To identify and formulate these conditions, the author analyzes the essence of the concept of "human capital", the theory of human capital, the conceptual position of which is the statement about the need for investment in its development.

*Keywords:* human capital, investment, education, educational content, general and special abilities, motivation.

Во второй половине XX века в работах экономистов появился термин «человеческий капитал», авторство которого принадлежит Т. Шульцу. В работе «Инвестиции в человеческий капитал» говорится, что понимание капитала как нечто такого, что оказывает будущие услуги, позволяет приступить к последующему делению целого на две части: на человеческий и нечеловеческий капитал» [5, с. 5]. Согласно точке зрения Г. Беккера [1] под человеческим капиталом следует понимать совокупность навыков, знаний и умений человека. Аналогично подходу придерживается У. Боуэн, который, раскрывая понятие «человеческий капитал», отмечает, что он «состоит из

приобретенных знаний, навыков, мотиваций и энергии, которыми наделены человеческие существа и которые могут использоваться в течение определенного периода времени в целях производства товаров и услуг" [4, с. 36]. По мнению ученого, человеческий капитал "есть форма капитала, потому что является источником будущих заработков, или будущих удовлетворений, или того и другого вместе. Он человеческий, потому что является составной частью человека" [4, с. 37-38].

Несмотря на многообразие определений понятия «человеческий капитал», предложенных исследователями данной проблемы, их объединяет то, что в качестве компонентов человеческого капитала авторы выделяют знания, умения, способности, здоровье. Нельзя не согласиться с точкой зрения Р.М. Нурева, согласно которой «человеческий капитал – имеющийся у человека запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые содействуют росту его производительности труда и влияют на рост доходов» [2, с. 122].

В работах создателей теории человеческого капитала обосновано концептуальное положение о том, что человеческий капитал для своего развития должен подпитываться инвестициями, которые являются источником роста дохода работника, работодателя, общества. Так, Г. Беккер [3] в число инвестиций включает обучение, подготовку на производстве, расходы на здравоохранение и др. Предметом данной работы не является рассмотрение всех средств развития человеческого капитала, поэтому остановимся только на одном из компонентов – образовании.

Говоря о развитии человеческого капитала, надо осознавать, что образование, получаемое на всех уровнях, должно быть ориентировано не только на приобретение знаний и умений, но и на формирование таких его компонентов, как способность, мотивация и даже здоровье. Исходя из этого, в работе в контексте формирования этих компонентов человеческого капитала будут раскрыты условия, которым должно удовлетворять образование человека.

Для подготовки выпускников, способных эффективно работать в условиях современного развития общества, система образования должна обеспечивать не только формирование у них системы знаний и представлений на уровне, соответствующем современному уровню развития науки и технологий, но и отражать те тенденции, которые характерны развитию экономики и социальной сферы.

Так, одной из тенденций современного этапа развития общества является цифровизация, которой охвачены все сферы общественной жизни. В контексте рассмотрения образования как средства развития человеческого капитала это означает, что процесс образования также должен быть цифровизированным, т.е. с одной стороны он должен обеспечивать формирование у обучающихся знаний и умений, значимых для работы в условиях активного внедрения информационных технологий, а с другой стороны использовать достижения этих технологий для повышения эффективности обучения. Решение обозначенной задачи требует в первую очередь внесения изменений в содержание образования, в том числе на уровне учебных дисциплин.

Рассматривая образование как средство развития человеческого капитала, нельзя не отметить приоритетную роль таких компонентов его содержания, как опыт практической и творческой деятельности. Усиление роли этих компонентов означает, что выпускник приобретет действенные знания, свидетельствующие о неформальном их усвоении, характеризуемом умением оперировать ими, применять в новых нестандартных ситуациях. Знания на уровне воспроизведения не обеспечат успешности их обладателя ни в одной из сфер деятельности.

В условиях стремительного обновления информации, модернизации технологий, вынужденной порой смены видов деятельности человек должен быть готов к овладению новыми способами деятельности. Это означает, что он должен обладать широким спектром как общих, так и специальных способностей. Формирование способностей также является прерогативой образования на всех его уровнях. Для решения этой задачи требуется, с одной стороны, целенаправленное наполнение содержания обучения соответствующими элементами (текстами, заданиями, вопросами и т.д.), а с другой стороны, такая организация образовательного процесса, которая обеспечивала бы формирование способностей обучающихся на основе учета достигнутых ими ранее уровней. Это означает, что еще одним условием рассмотрения образования как средства развития человеческого капитала является его дифференциация.

Говоря о здоровье как важной составляющей человеческого капитала, решающая роль в его сохранении и улучшении очевидным образом принадлежит медицине. Однако нельзя исключить роль образования, в частности его просветительской и воспитательной функций, в пропаганде здорового образа жизни, искоренении вредных привычек. При организации

образовательного процесса обучающихся необходимо соблюдение санитарно-гигиенических норм, в том числе при проведении занятий в дистанционном формате.

Работа по формированию положительной мотивации к выполнению деятельности должна охватывать все уровни образования, причем с постепенным переходом от внешней мотивации к внутренней, связанной с увлеченностью обучающихся процессом познания и приобретения опыта реализации элементов будущей профессиональной деятельности. Решение этой задачи требует учета направленности познавательных интересов обучающихся, последовательного включения их в учебную, квазипрофессиональную и учебно-профессиональную деятельности, характеризующиеся разной степенью самостоятельности и творчества.

*Список литературы:*

1. Беккер, Г. Человеческое поведение: экономический подход: избранные труды по экономической теории. – М.: ГУВШЭ, 2003. – 672 с.
2. Нуреев, Р.М. Развитие человеческого капитала как реальная альтернатива сырьевой специализации страны // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2007. – Т. 5. – № 3. – С. 111-129.
3. Becker, G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis. – 1964.- 187 p.
4. Bowen, H.R. Investment in Learning. – San-Francisco, 1978. – 362 p.
5. Schulz, T. Investment in Human Capital // American Economic Review. – 1961. – № 1. – P.1-17.

**О решении задачи теплопроводности в многослойной среде при  
неидеальном тепловом контакте между слоями**

**В.В. Калманович, А.А. Картанов**

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

Рассмотрены некоторые возможности решения одномерного однородного нестационарного уравнения теплопроводности в многослойной среде при неидеальном тепловом контакте между слоями. Метод решения дан в единой аналитической форме для случаев сдвиговой, осевой и центральной симметрии среды. Задача решается путём совместного использования метода Фурье и матричного метода. Рассмотрено решение первой краевой задачи. Приведены примеры расчётов по указанному методу.

*Ключевые слова:* уравнение теплопроводности, матричный метод, многослойная среда, неидеальный тепловой контакт.

**On the solution of the heat equation in a multilayer medium with imperfect  
thermal contact between layers**

**V.V. Kalmanovich, A.A. Kartanov**

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

Some possibilities of solving a one-dimensional homogeneous non-stationary heat equation in a multilayer medium with imperfect thermal contact between the layers are considered. The solution method is given in a unified analytical form for cases of translational, axial and central symmetry of the medium. The problem is solved by combining the Fourier method and the matrix method. The solution of the first boundary value problem is considered. Examples of calculations by the indicated method are given.

*Keywords:* heat conduction equation, matrix method, multilayer medium, imperfect thermal contact.

**Введение.** Многослойные материалы в виде пластин, оболочек, экранов находят всё большее практическое применение в технике. В процессе эксплуатации они подвергаются внешним тепловым воздействиям и часто работают в экстремальных условиях, например, в космосе, в ядерной энергетике и т.п. Изучение тепловых режимов в многослойной оболочке позволяет предсказать поведение отдельных слоев и выявить условия,

способствующие изменениям физического или химического характера отдельных слоёв. Для прогнозирования влияния внешних факторов на материалы и многослойные структуры необходимо иметь хорошие расчётные методы, позволяющие предсказать возможные нежелательные явления. В качестве одного из таких методов может быть использован матричный метод, предложенный нами ранее в ряде работ [1-5].

Ранее матричный метод был использован для решения задач теплопроводности при идеальном контакте между слоями. В данной работе рассмотрено совместное использование матричного метода с методом Фурье для моделирования задачи теплопроводности при неидеальном контакте между слоями.

**Постановка задачи.** Рассмотрим одномерное однородное уравнение процесса теплопроводности

$$a_2(x) \frac{\partial}{\partial x} \left( a_1(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right) = \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (1)$$

Поток направлен по оси  $x$

$$J = -a_1(x) \partial T / \partial x. \quad (2)$$

Для дальнейшего удобства введем дифференциальные операторы  $D_1$  и  $D_2$

$$D_2 = a_2(x) \frac{\partial}{\partial x}. \quad (3)$$

Коэффициенты уравнения (1) имеют вид

$$a_1(x) = p_s \lambda(x) x^s, \quad a_2(x) = \frac{1}{c(x) \rho(x) x^s}, \quad \text{где } \lambda^{(i)}, c^{(i)}(x), p^{(i)}(x) \text{ —}$$

соответственно коэффициент теплопроводности, теплоемкость и плотность среды на  $i$ -м слое. Процессу в среде со сдвиговой симметрией (плоские слои) по оси  $x$  соответствует показатель  $s=0$ , с осевой симметрией (цилиндрические слои)  $s=1$  и с центральной симметрией (сферические слои)  $s=2$ . Коэффициент  $p_s$  для процессов с различными видами симметрии определен формулами  $p_0 = 1, p_1 = 2\pi, p_2 = 4\pi$ .

С учётом введенных обозначений уравнение теплопроводности можно записать в виде

$$D_2^{(i)} D_1^{(i)} T^{(i)} = \frac{\partial T^{(i)}}{\partial t}, \quad i = \overline{1, n} \quad (4)$$



$$J = -D_1^{(i)}T^{(i)}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

где верхний индекс в скобках обозначает номер слоя.

На границах слоев примем условия согласования 3-го типа.

$$\begin{aligned} T^{(i+1)}(x_{i+1}, t) - T^{(i)}(x_{i+1}, t) &= -r^{(i+1)}J^{(i)}(x_{i+1}, t), \\ J^{(i)}(x_{i+1}, t) &= J^{(i+1)}(x_{i+1}, t), \quad i = \overline{1, n-1}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $r^{(i+1)}$  – коэффициент теплообмена в точке  $x_{i+1}$  контакта слоев.

Пусть задано начальное распределение температуры

$$T^{(i)}(x, 0) = g(x), \quad x \in [x_i, x_{i+1}], \quad i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Поставим первую краевую задачу

$$T^{(1)}(x_1, t) = 0, \quad T^{(n)}(x_{n+1}, t) = 0. \quad (8)$$

**Алгоритм решения матричным методом совместно с методом**

**Фурье.** Поставленную задачу решаем сочетанием методов: метода разделения переменных (метода Фурье), матричного метода и метода обобщенных степеней Берса.

Частное решение уравнений ищем в виде

$$T^{(i)}(x, t) = u^{(i)}(x)e^{-\mu^2 t}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Амплитудная функция  $u^{(i)}(x)$  удовлетворяет уравнению

$$D_2^{(i)}D_1^{(i)}u^{(i)}(x) + \mu^2 u^{(i)}(x) = 0, \quad (8)$$

условиям третьего типа на контакте слоёв

$$\begin{aligned} u^{(i+1)}(x_{i+1}) - u^{(i)}(x_{i+1}) &= -r^{(i+1)}j^{(i)}(x_{i+1}), \\ j^{(i)}(x_{i+1}) &= j^{(i+1)}(x_{i+1}), \quad i = \overline{1, n-1}, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $j^{(i)}(x) = -D_1^{(i)}u^{(i)}(x)$ , и граничными условиям

$$u^{(1)}(x_1) = 0, \quad u^{(n)}(x_{n+1}) = 0. \quad (10)$$

Поставим на каждом слое задачу Коши, решение которой для уравнения (10) на слое запишем в формализме Берса [6].

$$u^{(i)}(x) = u^{(i)}(x_i) \cos \mu X_i(x, x_i) - \frac{1}{\mu} j^{(i)}(x_i) \sin \mu X(x, x_i), \quad (11)$$

$$j^{(i)}(x) = u^{(i)}(x_i) \mu \sin \mu \tilde{X}_i(x, x_i) + j^{(i)}(x_i) \cos \mu \tilde{X}(x, x_i).$$

Далее введём вектор-столбцы  $V(x)$  и  $V(x_i)$  и матрицу  $K$  на каждом слое.

$$V^{(i)}(x) = \begin{pmatrix} u^{(i)}(x) \\ j^{(i)}(x) \end{pmatrix}, \quad V^{(i)}(x_i) = \begin{pmatrix} u^{(i)}(x_i) \\ j^{(i)}(x_i) \end{pmatrix},$$

$$K^{(i)}(x, x_i) = \begin{pmatrix} \cos \mu X_i(x, x_i) & -\frac{1}{\mu} \sin \mu X_i(x, x_i) \\ \mu \sin \mu \tilde{X}_i(x, x_i) & \cos \mu \tilde{X}_i(x, x_i) \end{pmatrix}.$$

При постоянных физических параметрах матрица  $K$  в случае плоских слоев имеет вид

$$K^{(i)}(x, x_i) = \begin{pmatrix} \cos \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} & -\frac{1}{\mu} \beta^{(i)} \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} \\ \mu \beta^{(i)} \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} & \cos \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} \end{pmatrix},$$

$$\text{где } \alpha^{(i)} = \sqrt{\lambda^{(i)} (c^{(i)} \rho^{(i)})^{-1}}, \quad \beta^{(i)} = \sqrt{\lambda^{(i)} c^{(i)} \rho^{(i)}}.$$

В случае осесимметричной среды элементы матрицы  $K$  могут быть выражены через функции Бесселя

$$k_{11}^{(i)} = \frac{\pi \mu x_i}{2\alpha^{(i)}} \left( J_1 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) N_0 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) - N_1 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) J_0 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) \right),$$

$$k_{12}^{(i)} = -\frac{\pi}{2\alpha^{(i)} \beta^{(i)}} \left( N_0 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) J_0 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) - J_0 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) N_0 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) \right),$$

$$k_{21}^{(i)} = \frac{\pi \mu^2 \beta^{(i)} x_i x}{2\alpha^{(i)}} \left( J_1 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) N_1 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) - N_1 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) J_1 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) \right),$$

$$k_{22}^{(i)} = \frac{\pi \mu x}{2\alpha^{(i)}} \left( N_0 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) J_1 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) - J_0 \left( \frac{\mu x_i}{\alpha^{(i)}} \right) N_1 \left( \frac{\mu x}{\alpha^{(i)}} \right) \right),$$

В случае центральной симметрии имеют вид

$$k_{11}^{(i)} = \frac{1}{x} \left( x_i \cos \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} + \frac{\alpha^{(i)}}{\mu} \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} \right),$$

$$k_{12}^{(i)} = -\frac{1}{\mu \beta^{(i)} x_i x} \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}},$$

$$k_{21}^{(i)} = \mu \beta^{(i)} \left( \left( x x_i + \left( \frac{\alpha^{(i)}}{\mu} \right)^2 \right) \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} - \frac{\alpha^{(i)}(x-x_i)}{\mu} \cos \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} \right),$$

$$k_{22}^{(i)} = \frac{1}{x_1} \left( x \cos \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} - \frac{\alpha^{(i)}}{\mu} \sin \frac{\mu(x-x_i)}{\alpha^{(i)}} \right).$$

Запишем решение (13) на  $i$ -м слое в матричной форме

$$V^{(i)}(x) = K^{(i)}(x, x_i)V^{(i)}(x_i), \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}, \quad i = \overline{1, n-1}. \quad (14)$$

Условия третьего типа на контакте слоев в точке  $x_{i+1}$ ,  $i = \overline{1, n-1}$  в матричной форме имеют вид

$$V^{(i+1)}(x_{i+1}) = \begin{pmatrix} 1 & -r^{(i+1)} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} V^{(i)}(x_{i+1}) = R^{(i+1)}V^{(i)}(x_{i+1}) \quad (15)$$

С физической точки зрения матрица  $R$  представляет собой термическое сопротивление в точке контакта слоев.

Начиная с первого слоя и выполняя последовательную подстановку, получим

$$\begin{aligned} V^{(1)}(x) &= K^{(1)}(x, x_1)V^{(1)}(x_1), \quad x_1 \leq x \leq x_2, \\ V^{(2)}(x_2) &= R^{(2)}V^{(1)}(x_2) = R^{(2)}K^{(1)}(x_2, x_1)V^{(1)}(x_1), \\ V^{(2)}(x) &= K^{(2)}(x, x_2)V^{(2)}(x_2) = K^{(2)}(x, x_2)R^{(2)}K^{(1)}(x_2, x_1)V^{(1)}(x_1), \quad x_2 \leq x \leq x_3, \\ &\dots \\ V^{(i)}(x) &= K^{(i)}(x, x_i)V^{(i)}(x_i) = \\ &= K^{(i)}(x, x_i)R^{(i)}K^{(i-1)}(x_i, x_{i-1})R^{(i-1)}\dots R^{(2)}K^{(1)}(x_2, x_1)V^{(1)}(x_1) = \\ &= K^{(i,1)}(x, x_1)V^{(1)}(x_1), \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}, \\ &\dots \end{aligned}$$

Таким образом, в конечной точке системы слоев приходим к системе уравнений

$$V^{(n)}(x_{n+1}) = K^{(n,1)}(x_{n+1}, x_1)V^{(1)}(x_1), \quad (16)$$

которая связывает значения функций  $u^{(i)}(x)$  и  $j^{(i)}(x)$  в граничных точках среды. Подставляя краевые условия (12), получим условие определения собственных значений  $\mu_k$

$$k_{12}^{(n,1)} = 0. \quad (17)$$

Обозначим  $u_k^{(i)}(x)$  базисную функцию, соответствующую собственному значению  $\mu_k$ , тогда нормированные собственные функции

$$f_k^{(i)}(x) = \frac{u_k^{(i)}(x)}{N_k}, \quad (18)$$

где условие нормировки

$$N_k^2 = \sum_{i=1}^n \int_{x_i}^{x_{i+1}} \frac{1}{a_2^{(i)}(x)} \left( u_k^{(i)}(x) \right)^2 dx. \quad (19)$$

Коэффициенты в разложении Фурье

$$c_k = \frac{1}{N_k} \sum_{i=1}^n \int_{x_i}^{x_{i+1}} g(x) \frac{u_k^{(i)}(x)}{a_2^{(i)}(x)} dx. \quad (20)$$

Таким образом, получаем решение уравнения

$$T^{(i)}(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} c_k f_k^{(i)}(x) e^{-\mu_k^2 t}. \quad (21)$$

**Результаты моделирования.** По данной методике были решены некоторые модельные задачи.

На рисунке 1 предоставлен результат моделирования задачи для плоской трёхслойной среды с толщиной каждого слоя по 0,1 м. Теплофизическими параметрами взяты характерными для кирпича (внешние слои) и стали (внутренний слой):  $c^{(1)} = c^{(3)} = 800$  Дж/кг·К,  $c^{(2)} = 462$  Дж/кг,  $\lambda^{(1)} = \lambda^{(3)} = 0,7$  Вт/м·К,  $\lambda^{(2)} = 58$  Вт/м·К. В начальный момент времени распределение температур  $T(x, 0) = -1000x(x-0.3)$ . Коэффициенты сопротивления на границах среды  $r^{(2)} = r^{(3)} = 0,3$  К·м<sup>2</sup>/Вт. Таким образом, все заданные условия симметричны относительно середины многослойной системы слоев. Решение построено по 10 собственным значениям. Моделирование показывает, что с течением времени при остывании график температуры сохраняет свою симметрию. На границах слоев среды выражены разрывы температуры.

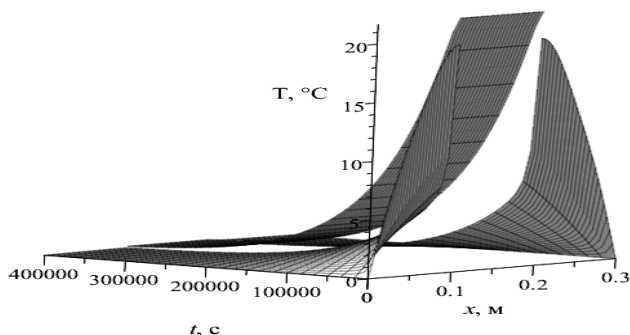


Рисунок 1 – График остывания трехслойной плоской среды

На рисунке 2 показаны результаты моделирования для трехслойной осесимметричной среды с теми же теплофизическими параметрами и толщинами слоев. Внутренний радиус системы составляет 0,1 м, внешний – 0,4 м. Начальное распределение температуры представляет ту же функцию (с соответствующим сдвигом по оси  $Ox$ ). В этом случае симметрия графика температуры нарушена, что соответствует более быстрому остыванию на внешней границе среды с большим радиусом, а значит большей площадью поверхности. Также сам процесс остывания идет заметно быстрее по сравнению с плоским случаем.

Проведенные нами вычисления показывают, что с увеличением радиуса кривизны среды наблюдается стремление графика температуры к результату для плоской системы слоев.

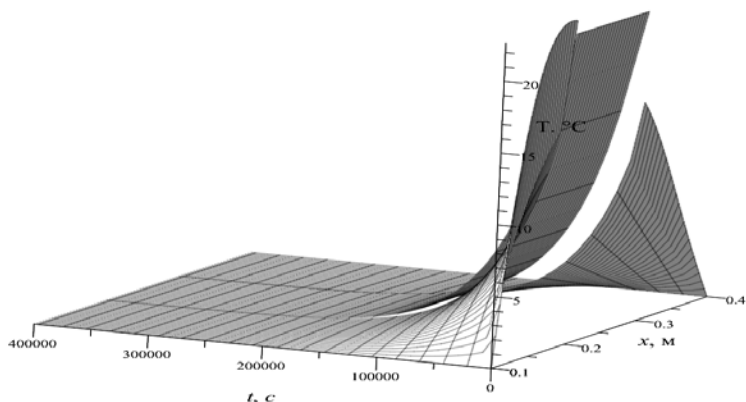


Рисунок 2 – График остывания трехслойной осесимметричной среды

**Заключение.** В работе показаны некоторые возможности сочетания методов Фурье и матричного метода для построения аналитического решения задачи теплопроводности при неидеальном тепловом контакте в многослойной среде. Проведенные расчеты показывают, что такой подход может быть перспективен для моделирования теплопереноса и интересен для дальнейшего исследования.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-03-00271).

*Список литературы:*

1. Гладышев, Ю.А. Операторные методы при решении задачи переноса в многослойной среде // Прикладные задачи математики: материалы XXIII международной научно-технической конференции. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2015. – С. 106-110.
2. Серегина, Е.В., Калманович, В.В., Степович, М.А. Сравнительный анализ матричного метода и метода конечных разностей для моделирования распределения неосновных носителей заряда в многослойной планарной полупроводниковой структуре // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. – 2019. – Т. 172. – С. 104–112.
3. Гладышев, Ю.А., Калманович В.В. Об использовании матричного метода решения задач теплопроводности в многослойной среде при наличии фазовых переходов // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. – 2019. – Т. 172. – С. 30–37
4. Kalmanovich, V.V. Comparison of analytical and numerical modeling of distributions of nonequilibrium minority charge carriers generated by a wide beam of medium-energy electrons in a two-layer semiconductor structure / V. V. Kalmanovich, E. V. Seregina, M. A. Stepovich // Journal of Physics: Conf. Series. Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems. – 2020. – Vol. 1479. – 012116.
5. Калманович, В.В, Серегина, Е.В., Степович, М.А. Математическое моделирование явлений тепломассопереноса, обусловленных взаимодействием электронных пучков с многослойными планарными полупроводниковыми структурами // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2020. – Т. 84. – № 7. – С.1020-1026.
6. Bers, L. On a class of functions defined by partial differential equations/L. Bers, A. Gelbart // Transactions of the American Mathematical Society. – Vol. 56. – 1944. – P. 67-93.

**Методы машинного обучения в астрофизике и физике  
элементарных частиц**

**Н.В. Кирюхина, Д.В. Новикова**

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

В статье выполнен обзор задач астрофизики и физики элементарных частиц, которые решаются с использованием методов машинного обучения, отражающий примерное содержание учебного курса по анализу и обработке данных современного высокотехнологичного физического эксперимента. Предлагается использовать наборы данных, размещенные в открытом доступе, в образовательных целях на занятиях со студентами.

*Ключевые слова:* машинное обучение, анализ экспериментальных данных, астрофизика, физика элементарных частиц.

**Machine learning methods in astrophysics and particle physics**

**N.V. Kiryukhina, D.V. Novikova**

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

The article provides an overview of the problems of astrophysics and elementary particle physics, which are solved using machine learning methods, reflecting the approximate content of the training course on data analysis and processing of modern high-tech physical experiment. It is proposed to use data sets published in the public domain for educational purposes in classes with students.

*Keywords:* machine learning, experimental data analysis, astrophysics, elementary particle physics.

В последние годы алгоритмы машинного обучения приобретают все большую популярность при обработке и анализе экспериментальных данных, постепенно превращаясь из экзотики в рутинный инструмент исследования. На наш взгляд, пришло время познакомить студентов и аспирантов, обучающихся по программам, предусматривающих углубленное изучение физики и астрономии, с этой стороной современного эксперимента в рамках специализированного элективного курса или факультатива.

Целью данной статьи является обзор основных задач астрофизики и физики высоких энергий, которые успешно решаются с использованием

методов машинного обучения, отражающий примерное содержание теоретической составляющей программы такого курса.

Термин «машинное обучение (machine learning)» применяется для обозначения совокупности математических методов для получения алгоритмов, способных использовать имеющиеся данные для поиска закономерностей в новых данных. Математический аппарат включает линейную алгебру, прикладную математическую статистику, численные методов оптимизации, дискретный анализ.

Астрономия и астрофизика с давних времен предстают как области науки, имеющие дело с колоссальными объемами информации. В последние десятилетия наблюдается экспоненциальный рост объемов и усложнение характеристик астрономических данных. Системы наземных и орбитальных телескопов обеспечивают исследователей цветными изображениями видимого неба и спектрами высокого разрешения миллионов галактических и внегалактических объектов, временными рядами параметров многочисленных астероидов, переменных звезд, сверхновых, активных ядер галактик. Это потребовало от специалистов задействовать возможности искусственного интеллекта, в том числе такие его компоненты как машинное и глубинное обучение.

Алгоритмы машинного обучения в астрономии и астрофизике, относящиеся к так называемому «обучению с учителем», предназначены для решения задач классификации и регрессии. Типичным примером задачи первого типа (отнесения объекта к определенному классу на основе набора признаков) является распознавание объектов в изображениях на снимках участков неба. Однозначно определить класс (звезда, галактика, квазар) можно на основе спектра, но это сложное и затратное исследование. Альтернативный способ – натренировать алгоритм на объектах с достоверно известным классом и применить его к новым данным. Это позволяет идентифицировать объект, не снимая спектр. Подтверждением эффективности такого подхода стала идентификация двух новых экзопланет, на основе анализа кривых блеска звезд, полученных с помощью космического телескопа «Кеплер» [1].

Задача регрессии (предсказания количественного значения целевой переменной) решается при оценке величины красного смещения галактики. На основе фотометрических измерений и анализа изображения объектов в разных фильтрах, алгоритм, «обученный» на данных, полученных для объектов с известными спектральными характеристиками, предсказывает



значение искомой величины в случае отсутствия возможности получить спектр [2; 3].

В 2013 году стартовал проект The Dark Energy Survey (далее – DES) [4] – международная программа исследования динамики и крупномасштабной структуры Вселенной на основе анализа изображений, полученных с помощью цифровой камеры DECam, установленной на 4-метровом телескопе в чилийских Андах. Алгоритм autoScan позволяет эффективно обнаруживать на небе новые объекты. Для исследования темной материи важно идентифицировать сверхновые типа AI, по измерению яркости которых можно изучать изменение скорости расширения Вселенной.

К важнейшим результатам проекта DES можно отнести: наиболее точное измерение структуры темной материи во Вселенной и создание самой точной ее карты, открытие карликовых галактик-спутников, вращающихся Млечного Пути, транснептуновых объектов Солнечной системы, обнаружение самой далекой сверхновой. С 2017 года ведется исследование события GW170817, которое интерпретируется как слияние двух нейтронных звезд, породивший гравитационные волны. Впервые статистические данные события гравитационной волны использованы для оценки расстояний и измерения постоянной Хаббла [5].

С 2007 действует краудсорсинговый астрономический проект Galaxy Zoo [6], в котором пользователей («гражданских ученых») просят классифицировать формы галактик по видимым изображениям, отвечая на вопросы из стандартного списка. Таким образом, была собрана база данных, которые можно использовать для тренировки моделей машинного обучения. Обученный с помощью нейронной сети алгоритм был применен к изображениям, полученным в рамках описанного выше проекта DES, и показал 99,6% точности в идентификации спиральных и эллиптических галактик.

Еще одна область физического эксперимента, имеющая дело с большими данными – физика элементарных частиц. На современных ускорителях информация производится со скоростью около одного петабайта в секунду. Из множества «попыток» реально регистрируется лишь очень небольшое число столкновений, называемых событиями, в которых рождаются сотни частиц. Статистика собирается длительное время, иногда несколько лет. На стадии обработки эксперимента происходит извлечение из этих данных определенного процесса или явления. Результатом становится список критериев, которым оно должно удовлетворять, чтобы быть

распознанным в потоке данных. После этого начинается анализ выделенных событий, изучение их характеристик, измерение параметров, оценка погрешностей, строятся количественные модели. В статье [7] определен и описан ряд задач в экспериментах на Большом адронном коллайдере, которые решаются с помощью машинного обучения:

- редукция данных – схемы, называемые «триггерами», определяющие, какие данные следует сохранить для дальнейшего анализа, а какие навсегда отбросить;

- прогнозирование того, какие данные будут наиболее востребованы с целью оптимизация их хранения и обработки в вычислительных сетях;

- группировка сигналов, записанных различными сенсорными элементами в соответствии с тем, какая частица их создала;

- определение типов и свойств частиц из информации о связанных с ними событиях;

- определение процессов, в результате которых возникли эти частицы.

Например, метод BDT (Boosted Decision Trees) используют для увеличения разрешающей способности электромагнитного калориметра в детекторе CMS (Compact Muon Solenoid). Когда электрон или фотон попадает в такой детектор, он быстро теряет свою энергию, которая учитывается и измеряется калориметром. Она регистрируется различными датчиками, показания которых должны быть сгруппированы вместе, чтобы восстановить исходную энергию частицы. Алгоритм решает задачу многомерной регрессии, обеспечивая коррекцию значений энергии, полученных на основе всей информации, содержащейся в каждом датчике калориметра. Применение этих энергетических корреляций к распаду  $Z$ -бозона на электрон-позитронную пару приводит к существенному улучшению массового разрешения по сравнению с традиционным подходом к кластеризации.

Особую роль машинное обучение сыграло в одном из самых долгожданных экспериментальных открытий в физике элементарных частиц последних десятилетий – обнаружении бозона Хиггса. Его рождение происходит только один раз в несколько миллиардов протон – протонных столкновений в БАКЕ. Самое убедительное экспериментальное свидетельство существования бозона Хиггса – событие его распада на две пары мюон–антимюон, которое происходит примерно один раз в год. На этом и нескольких других процессах было основано подтверждение открытия бозона. Большинство из них могут быть выявлены с использованием

относительно простых методов анализа. Исключением является распад бозона Хиггса на два фотона.

В эксперименте на детекторе CMS (Compact Muon Solenoid) анализ включал поиск небольшого избытка двухфотонных событий-кандидатов на распад Хиггса, проявляющегося в виде узкого пика в масс-спектре при наличии большого плавно распределенного фона. Этот фон в основном состоял из фотонов, которые возникли в процессах, отличных от распада Хиггса, и от событий-кандидатов, сформированных из одного реального фотона в сочетании с искусственным фотонным сигналом (то есть фотоном, выведенным из сигналов детектора).

Для определения в каком протон–протонном столкновении были произведены фотоны были задействованы два БДТ-алгоритма. Поскольку и механизм распада бозона Хиггса в стандартной модели, и доминирующие фоновые процессы хорошо изучены, оказалось возможным использовать смоделированные образцы данных для обучения БДТ. На основании работы алгоритма все двухфотонные события CMS были либо сохранены для дальнейшего анализа, либо отброшены. Отобранные процессы также были классифицированы с использованием БДТ, что позволило проанализировать редкий, но очень важный канал распада бозона Хиггса. Увеличение чувствительности за счет использования машинного обучения было эквивалентно сбору на 50% больше данных.

Таблица 1 – Эффективность машинного обучения в открытии и исследовании бозона Хиггса в экспериментах на БАК

| Эксперимент | Годы сбора статистики | Схема распада   | Эффективность |
|-------------|-----------------------|---|---------------|
| CMS         | 2011-2012             | $H \rightarrow \gamma\gamma$<br>(распад на два фотона)                | 51% [8]       |
| ATLAS       | 2011-2012             | $H \rightarrow \tau^+\tau^-$<br>(распад на два тау-лептона)           | 85% [9]       |
| ATLAS       | 2011-2012             | $VH \rightarrow b\bar{b}$<br>(распад на пару b-кварк и его антикварк) | 73% [10]      |
| ATLAS       | 2015-2016             |   | 15% [11]      |
| CMS         | 2011-2012             |   | 125% [12]     |

Кроме этого примера, в статье приводятся показатели пять ключевых измерений трех мод (наиболее вероятных каналов распада бозона Хиггса H),

для которых машинное обучение значительно повысило чувствительность экспериментов (таблица 1). Чувствительность задается значением вероятности, или эквивалентного числа гауссовых стандартных отклонений  $\sigma$ . Показателем эффективности является минимальный объем дополнительных данных, которые необходимо собрать для достижения чувствительности на основе машинного обучения без использования машинного обучения, который варьируется от 15% до 125%.

В течение следующего десятилетия БАК увеличит скорость столкновения протонов на порядок, что приведет к гораздо более высокой скорости передачи данных и еще более сложным событиям. Задачи, обсуждаемые в этом обзоре, станут еще более сложными. К счастью, машинное обучение быстро развивается, создавая инструменты, которые потенциально применимы к широкому спектру задач в физике элементарных частиц.

Так же, как и в случае с астрофизикой, обращаясь к сообществу пользователей технологий машинного обучения, можно превратить его в инструмент открытий в области физики частиц высоких энергий, например, проводя соревнования по машинному обучению с эталонными наборами данных. В 2014 году ЦЕРН провел конкурс на лучший алгоритм по поиску событий распада бозона Хиггс «Higgs Boson Machine Learning Challenge» [13] на платформе Kaggle [14] (веб-сайт, на котором проводятся конкурсы с участием задач машинного обучения, поставленных предприятиями или организациями). В нем приняли участие около двух тысяч коллективных и индивидуальных пользователей. Задача состояла в том, чтобы найти области в пространстве признаков, в которых наблюдается значительное превышение сигнальных событий по сравнению с тем, что могут объяснить известные фоновые процессы.

После того, как область зафиксирована, применяется статистический тест для определения значимости превышения. Если вероятность того, что избыток, произведенный только фоновыми процессами, падает ниже предела (обычно соответствующего доверительному значению  $5\sigma$ ), то новая гипотетическая частица считается обнаруженной. Таким образом, задача, поставленная перед конкурсантами, – это новая проблема в машинном обучении, “обучение обнаружению”. Внешне она напоминает классификационную задачу (отделить сигналы от фона), но у нее есть отличительные трудности, связанные с очень конкретной целью, которую нужно оптимизировать: силу статистического теста. Конкурс стал

недвусмысленной демонстрацией потенциала краудсорсинга в машинном обучении. Целевая функция, представляющая значимость открытия новой частицы, в работах 10 лучших участников составила  $3.76 \sigma$  -  $3.80 \sigma$ , в то время как широко используемые модели без машинного обучения давали не более  $3.50 \sigma$ .

В настоящее время на платформе Kaggle размещено несколько десятков наборов с данными из области астрофизики и физики элементарных частиц, которые можно использовать в образовательных целях [15; 16; 17].

Выводы и заключения.

1. Машинное обучение наряду с другими подмножествами искусственного интеллекта становится необходимым инструментом в современном физическом эксперименте.

2. Наиболее значимые области приложения машинного обучения для анализа экспериментальных данных – астрофизика и физика элементарных частиц.

3. В астрофизике с помощью алгоритмов машинного обучения эффективно решаются задачи классификации объектов по их снимкам, предсказание характеристик объектов и значений величин.

4. В физике высоких энергий машинное обучение оптимизирует отбор и хранение данных, идентификацию событий и процессов, типов и свойств частиц. Использование машинного обучения повышает чувствительность экспериментов с эффективностью, достигающей сотен процентов.

5. Машинное обучение позволяет использовать технологии краудсорсинга в решении научных проблем, привлекая к анализу данных широкий круг пользователей, например, с помощью конкурсов на лучшую модель для решения конкретной задачи.

6. Наборы данных, размещенных в открытом доступе, можно использовать в образовательных целях на занятиях со студентами [18; 19], обучающимися по программам, предусматривающим углубленное изучение физики и астрономии.

*Список литературы:*

1. Briefing Materials: Artificial Intelligence and NASA Data Used to Discover Eighth Planet Circling Distant Star [Electronic resource]. – URL: <https://www.nasa.gov/ames/kepler/briefing-materials-eighth-planet-circling-distant-star-discovered-using-artificial-intelligence> / (дата обращения: 15.04.2020).

2. Norris, R., Salvato, M. Longo, G. Comparison of Photometric Redshift Techniques for Large Radio Surveys [Electronic resource]. – URL: <https://arxiv.org/abs/1902.05188> / (дата обращения: 15.04.2020).
3. Baron, D. Machine learning in astronomy: a practical overview [Electronic resource]. – URL: <https://arxiv.org/abs/1904.07248> / (дата обращения: 15.04.2020).
4. Dark Energy Survey completes six-year mission // Symmetry magazine [Electronic resource]. – URL: <https://www.symmetrymagazine.org/article/dark-energy-survey-completes-six-year-mission> / (дата обращения: 15.04.2020).
5. DES Gravitational Waves Papers [Electronic resource]. – URL: <https://www.darkenergysurvey.org/des-gravitational-waves-papers> / (дата обращения: 15.04.2020).
6. Galaxy Zoo [Electronic resource]. – URL: <http://zoo1.galaxyzoo.org> / (дата обращения: 15.04.2020).
7. Machine learning at the energy and intensity frontiers of particle physics // Nature [Electronic resource]. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0361-2> / (дата обращения: 15.04.2020).
8. Chatrchyan, S. et al. Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC. Phys. Lett. – 2011. – В 716. – P.30-61.
9. Aad, G. et al. Evidence for the Higgs-boson Yukawa coupling to tau leptons with the ATLAS detector. J. High Energy Phys. 4, 117 (2015)The ATLAS collaboration. Search for the  $bb\bar{b}b$  decay of the standard model Higgs boson in associated (W/Z) H production with the ATLAS detector. J. High Energy Phys. 1, 69 (2015).
10. The ATLAS Collaboration. Evidence for the  $H \rightarrow b\bar{b}$  decay with the ATLAS detector. J. High Energy Phys. 12, 24 (2017).
11. Chatrchyan, S. et al. Search for the standard model Higgs boson produced in association with a W or a Z boson and decaying to bottom quarks. Phys. Rev. D 89, 012003 (2014).
12. ML2014: Higgs Boson Machine Learning Challenge. University of California, Irvine [Electronic resource]. – URL: [ml\\_hb\\_2014.pdf](#) / (дата обращения: 15.04.2020).
13. Higgs Boson Machine Learning Challenge [Electronic resource]. – URL: <https://www.kaggle.com/c/higgs-boson> (date of treatment: 15.04.2020).

14. Flavours-of-physics [Electronic resource]. – URL: <https://www.kaggle.com/duncandean/flavours-of-physics-baseline> (date of treatment: 15.04.2020) / (дата обращения: 15.04.2020).
15. Star Dataset: Stellar Classification [Beginner] Identify Giants and Dwarfs through Machine Learning [Electronic resource]. – URL: <https://www.kaggle.com/vinesmsuic/star-categorization-giants-and-dwarfs> / (дата обращения: 15.04.2020).
16. Кирюхина, Н.В., Крицкая, А.Р., Жидких, А.А. Использование открытых данных уникальных научных установок в лабораторном практикуме по физике в условиях дистанционного обучения // Электронный журнал: наука, техника, образование. – 2020. – № 3(30). – С.28-34 [Электронный адрес]. – Режим доступа: <https://nto-journal.ru/catalog/inzhenerное-obrazovanie/792/> (дата обращения: 15.04.2020).
17. Кирюхина, Н.В., Ермаков, А.К., Кирюхин, П.К. Модельный эксперимент в лабораторно-вычислительном практикуме для бакалавров педагогического образования с профилями «Математика» и «Физика» // Вестник Калужского университета. – 2018. – № 4. – С. 96-100.

**Система сведений для школьников о методологически  
корректных правилах оценке и учёта погрешностей изменений  
М.С. Красин**

*Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Калуга*

В статье предлагается система сведений о правилах оценки и учёта погрешностей результатов измерений, обучение которым учащихся школьного возраста будет способствовать формированию их методологической культуры.

*Ключевые слова:* физический эксперимент, погрешность результатов измерений, методологическая культура школьников.

**A system of information for schoolchildren about methodologically correct  
rules for evaluating and accounting for measurement errors  
M.S. Krasin**

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

The article offers a system of information about the rules for evaluating and accounting for errors in measurement results, teaching which to school-age students will contribute to the formation of their methodological culture

*Keywords:* physical experiment, measurement error, methodological culture of schoolchildren.

Дискуссии по проблеме обучения школьников умению оценивать и учитывать погрешность измерений делятся уже более ста лет [1]. Автор, опираясь на многолетний личный опыт работы учителем физики, преподавателем системы дополнительного образования, председателем жюри регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике мнения, что школьников можно и нужно обучать методологически корректной обработке результатов физических экспериментов [2-4]. В данной статье предлагается система основных знаний о правилах оценки и учёта погрешности результатов эксперимента.

**1. Общие знания о методологии оценки и учёта погрешности измерений:** из-за неизбежной погрешности невозможно установить истинность результата измерений. Но можно и нужно оценивать границу возможной погрешности этого результата. Тогда можно утверждать, что



истинное значение с большой вероятностью находится в пределах выделенного с учётом погрешности интервала допустимых значений измеряемой величины. Если результаты хотя бы одного опыта противоречат теории, то эта теория считается неверной (не совсем точной). Вывод о том, что результаты данного эксперимента опровергают теорию можно делать только с учётом границы погрешности измерений.

## **2. Понятие о погрешности:**

- абсолютная погрешность (невозможность её измерения), граница абсолютной погрешности (возможность её оценки);
- относительная погрешность (невозможность её измерения), граница относительной погрешности (возможность её оценки).

## **3. Классификация погрешностей по формам проявления:**

- систематические;
- случайные;
- промахи.

## **4. Классификация погрешностей по причинам проявления:**

- погрешность прибора;
- погрешность метода;
- погрешность разброса.

## **5. Классификация типов измерений по способу получения результатов:**

- прямые измерения;
- косвенные измерения;
- совместные измерения.

## **6. Упрощённые правила оценки погрешностей прямых измерений:**

- приборную погрешность аналогового прибора по цене деления шкалы;
- приборную погрешность цифрового прибора по проценту от номинала и единице минимального разряда его числа;
- погрешность метода из здравого смысла,
- погрешность разброса по среднему арифметическому умноженному на коэффициент степени доверия результата, зависящий от числа повторных измерений (упрощённое правило «раз-два-три-десять» [2, с. 16].

## **7. Правила совместного учёта погрешностей:**

- правило сложения погрешностей (по квадратичному закону из-за их вероятностного характера);
- правило поглощения малых погрешностей (правило одной трети);

– правило исключения промахов (правило трёхкратного превышения).

**8. Правила округления при арифметических действиях с приближёнными числами:**

– правило определения значащих цифр;

– правило запасной цифры в промежуточном результате;

– правило не превышения точности результата над точностью отдельного измерения.

**9. Правила округления и записи результатов измерения:**

– правило одной-двух значащих цифр в погрешности;

– правило равенства минимальных разрядов числа в записи результата измерений и его абсолютной погрешности;

– три способа записи результатов измерений.

**10. Метод верхней и нижней границы для определения результата косвенных измерений** (в том числе способы его упрощения: поглощение малых относительных погрешностей, компенсации погрешностей при расчёте разности показаний).

**11. Метод построения интерполирующей линии при исследовании методом совместных измерений** (в том числе правило построения областей допустимых положений каждой экспериментальной точки).

**12. Метод определения параметров интерполирующей линии как результата совместных измерений** (в том числе отказ от обучения школьников от оценки погрешности результата совместных измерений из-за сложности этой процедуры).

**13. Правила определения итогового результата по результатам измерения одной и той же величины различными методами:** (если при измерении некоторой величины использовались различные методы и при этом были получены различные её значения, то истинное значение с большой вероятностью лишь незначительно отличается от среднего арифметического этих результатов, но погрешность измерения в этом случае оценить нельзя).

Систематическое привлечение школьников к оценке погрешности измерений при выполнении ими лабораторных работ, решении квазиэкспериментальных задач, обсуждении результатов демонстрационных экспериментов, обработке результатов исследовательской деятельности позволит сформировать у них методологическую культуру в области организации и интерпретации результатов научного эксперимента.

*Список литературы:*

1. Бражников, М.А., Пурышева, Н.С. Становление методики обучения физике в России как педагогической науки и практики. – М.: Прометей 2015. – 505 с.
2. Красин, М.С. Мильман, О.О. Оценка погрешности измерений при обработке результатов школьного физического эксперимента: учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов. – Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2009. – 94 с.
3. Красин, М.С. Простота, логика, системность. О методике обучения оценке погрешностей измерения в школе (проблемы обучения школьников оценке погрешностей измерений в контексте развития их методологической культуры) // Физика в школе. – 2013. – № 8. – С. 60-62.
4. Красин, М.С. Методологическая культура личности и её развитие при комплексном подходе к обучению решению учебных задач по физике: монография. – М.: Илекса, 2019. – 388 с.

**Формирование навыков исследовательской работы  
на уроках физики при решении задач**

**А.Н. Куликов, И.В. Казначеева, П.Ю. Днепровская**

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

Решение задач по физике в процессе обучения выполняет несколько функций. Среди них: развитие творческих способностей, развитие навыков самостоятельной исследовательской работы, умение анализировать физические явления и процессы, выделение в этих явлениях и процессах доминирующих факторов, сопоставление полученных результатов с рассмотренными ранее случаями и др. Реализация этих функций позволяет приблизить указанный элемент обучения к модели научного физического мышления.

*Ключевые слова:* физическая задача, методика решения задач.

**Formation of research work skills at physics lessons when solving problems**

**A.N. Kulikov, P.Yu. Dneprovskaya**

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

Solving problems in physics in the learning process performs several functions. Among them: the development of creative abilities, the development of independent research skills, the ability to analyze physical phenomena and processes, the identification of dominant factors in these phenomena and processes, the comparison of the results obtained with the cases considered earlier, etc. The implementation of these functions allows us to bring this element of training closer to the model of scientific physical thinking.

*Keywords:* physical problem, method of problem solving.

Решение физических задач является неотъемлемой составной частью процесса обучения физике, направленной на практическое применение полученных теоретических знаний, на формирование стойких умений самостоятельно ставить цели своей деятельности на каждом ее этапе, а также формировать и решать вспомогательные задачи для достижения этих целей.

Зачисление абитуриентов в вузы проводятся в разных формах: по результатам ЕГЭ, достижениям в профильных олимпиадах, конкурсах, проектах и т.д. Во всех этих формах отбора молодежи в высшие учебные

заведения главным образом проверяется умение школьников решать задачи разной степени трудности.

В связи с тем, что в некоторых школах сдача выпускных экзаменов по физике стала необязательной, и в большинстве школ значительно сокращено количество учебных часов, отводимых на изучение этого предмета, наблюдается снижение уровня подготовки учащихся по физике, что в конечном итоге затрудняет освоение достаточно сложной вузовской образовательной программы [1].

Одним из инструментов оценки дисциплины образовательных достижений ученика является «портфель достижений ученика», воплощающий наряду с различными достижениями ученика во время школьной, внешкольной и досуговой деятельности – результаты олимпиад, конкурсов, смотров, чтений, конференций, участие в проектной работе и т.п. [2].

Обучение школьников умению решать задачи по физике способствует не только формированию творческих способностей, указанных в начале статьи, но и развитию навыков самостоятельной поисковой деятельности, с целью получения конкретного результата, тем самым приближая процесс обучения к модели научного исследования. Так же, как и научное исследование, решение задач невозможно без глубокого знания теоретического материала и владения методами поиска решений. Существует достаточное количество учебно-методических источников, в которых излагаются различные классификации, методики и авторские подходы к решению задач [3; 4; 5].

Современный этап развития школьного образования характеризуется возрастанием роли индивидуального подхода к учащимся в работе учителей. В практике школ появляются новые предметы: робототехника, черчение, компьютерная графика, web-дизайн, прикладная механика, основы нанотехнологий и др. Более четко дифференцируются формы творческой деятельности: реферативная, экспериментальная, натуралистическая, проектная и исследовательская [6].

При этом под исследовательской деятельностью учащихся понимается образовательная технология, использующая в качестве главного средства учебное исследование, предполагающее выполнение учебных исследовательских задач с заранее неизвестным решением, направленных на создание представлений об объекте или явлении окружающего мира, под руководством специалиста [6].

Решение физических задач, с нашей точки зрения, может оказать существенную роль в нивелировании указанных проблем, в индивидуальном подходе в обучении, в проблемной деятельности в обучении при формировании навыков самостоятельной исследовательской работы школьников.

Ниже приводится пример на исследование баллистики двух тел при некоторых условиях.

Постановка задачи.

Известно, что из некоторого пункта А в определенный момент времени будет произведён бросок тела массой  $m_1=m$ , со скоростью  $V_{10}$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Найти условия, при которых тело массой  $m_2=km_1$ , брошенное из пункта В, в тот же момент времени под углом  $\beta$  к горизонту навстречу первому столкнётся с ним. Пункты А и В находятся на одной горизонтали. Исследовать также кинематику полёта тела (тел) после их взаимодействия для двух случаев: взаимодействие неупругое; взаимодействие упругое.

Анализ постановки задачи позволяет выделить в ее решении четыре этапа: первый этап – ответ на первый вопрос, т.е. определение условий, при которых возможно столкновение указанных тел; второй этап – получение результата взаимодействия тел; третий этап – кинематика тела (тел) после взаимодействия и четвёртый этап – некоторые частные случаи с целью иллюстрации полученных результатов.

Первый этап. Исследование условий возможности столкновения тел.

Классический (алгоритмический) способ решения этой части задачи сводится к записи уравнений движения и законов изменения скоростей тел. Первое очевидное условие возможности столкновения тел состоит в том, что

векторы скоростей  $\vec{V}_{01}$  и  $\vec{V}_{02}$  должны находиться в одной плоскости. Пользуясь координатным способом описания движений, совмещаем начало декартовой системы координат с точкой А – точкой, из которой произведён бросок первым телом, совмещая ось абсцисс с прямой АВ получим систему уравнений

$$x_1=V_{0x1} \cdot t \quad (1), \quad y_1=V_{0y1} \cdot t + \frac{g_y t^2}{2} \quad (2), \quad x_2=L+V_{0x2} \cdot t \quad (3), \quad y_2=V_{0y2} \cdot t + \frac{g_y t^2}{2} \quad (4), \quad V_{x1}=V_{0x1} \quad (5), \quad V_{y1}=V_{0y1}+g_y \cdot t \quad (6), \quad V_{x2}=V_{0x2} \quad (7), \quad V_{y2}=V_{0y2}+g_y \cdot t$$

$$(8), \quad V_{0x1}=V_{01} \cdot \cos \alpha \quad (9), \quad V_{0x2}=-V_{02} \cdot \cos \beta \quad (10), \quad V_{0y1}=V_{01} \cdot \sin \alpha \quad (11), \\ V_{0y2}=V_{02} \cdot \sin \beta \quad (12), \quad g_y=-g \text{ (модуль ускорения свободного падения)}$$

$L=AB$  – расстояние между пунктами А и В. С учетом выражений (9) - (12) система уравнений (1) – (4) примет вид:  $x_1=V_{01} \cos \alpha \cdot t$  (13),  $y_1=V_{01} \cdot \sin \alpha \cdot t -$

$$\frac{gt^2}{2} \quad (14), \quad x_2=L-V_{02} \cdot \cos \beta \cdot t \quad (15), \quad y_2=V_{02} \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (16)$$

В момент столкновения тел  $t=\tau$ ,  $x_1(\tau)$ ,  $x_2(\tau)$  и  $y_1(\tau)=y_2(\tau)$ , т.е.

$$V_{01} \cdot \sin \alpha = V_{02} \cdot \sin \beta, \quad V_{02} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot V_{01} \quad (17)$$

$$V_{01} \cdot \cos \alpha \cdot \tau = L - V_{02} \cdot \cos \beta \cdot \tau, \quad L = V_{01} \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta) \cdot \tau \quad (18) \quad x_2 = L -$$

$$V_{01} \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta \cdot \tau \quad (19), \quad y_2 = V_{01} \cdot \sin \alpha \cdot \tau - \frac{gt^2}{2} \quad (20).$$

Исключая из выражений (13) и (19) время, получим уравнения траекторий тел

$$y_1 = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 \cdot V_{01}^2 \cdot \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \quad (21), \quad y_2 = (L-x) \cdot \operatorname{tg} \beta -$$

$$\frac{g}{2 \cdot V_{01}^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \operatorname{ctg}^2 \beta} \cdot (L-x)^2 \quad (22).$$

Для того, чтобы произошло столкновение тел при их встречном движении, нужно потребовать, чтобы расстояние  $L$  между пунктами А и В было меньше, чем сумма дальностей полетов этих тел, т.е.

$$L < l_1 + l_2, \quad (23)$$

$$L < \frac{V_{01}^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} + \frac{V_{02}^2 \cdot \sin 2\beta}{g}, \quad (24)$$

$$V_{02} = \frac{V_{0x2}}{\cos \beta} = \frac{V_{01} \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta}{\cos \beta} = \frac{V_{01} \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} \quad (25).$$

Тот же результат можно получить из выражения (18), если в него

вместо  $\tau$  подставить  $T = \frac{2 \cdot V_{01} \cdot \sin \alpha}{g}$  (26) – время полета тел без учета

столкновения.

Кроме того, в этой части исследования будет полезным рассмотреть движение тел в системе координат, движущейся с ускорениями  $g$ , т.к. именно с этим (одинаковым относительно  $abc$  системы координат) ускорением движутся оба тела. В этой системе движения тел относительно друг друга происходит по прямой с постоянной скоростью равной их относительной скорости (см. рис. 1).

$$\vec{V}_{21} = \vec{V}_{02} + (-\vec{V}_{01}) \quad (27), \quad V_{21} = V_{01} \cdot \cos\alpha + V_{02} \cdot \cos\beta \quad (28), \quad L \ll V_{21} \cdot T$$

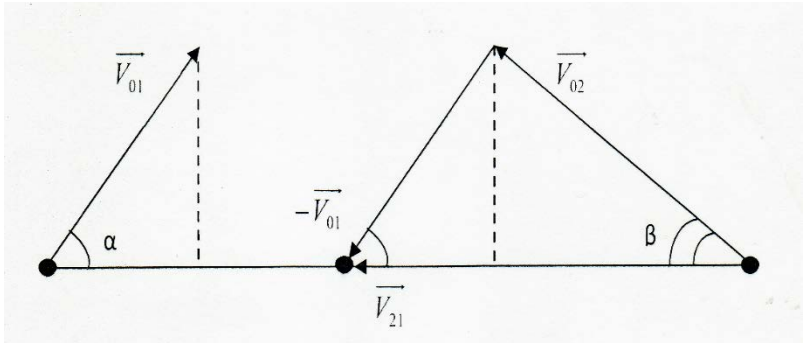


Рисунок 1 – Определение скорости относительно движения тел

Таким образом, для столкновения тел необходимо, чтобы скорости тел находились в одной плоскости, чтобы движение было синхронным по времени, а значит вертикальные составляющие их скоростей должны быть одинаковыми и расстояние между ними не превышало сумму дальностей полетов тел без учета столкновения.

Второй этап решения сводится к изучению результатов столкновения тел 2-х случаев. В случае неупругого взаимодействия применяется закон сохранения импульса

$$m \cdot V_{1x} + k \cdot m \cdot V_{2x} = (k+1) \cdot m \cdot U_{ox} \quad (29), \quad m \cdot (V_{01y} - g \cdot \tau) + k \cdot m \cdot (V_{01y} - g \cdot \tau) = (k+1) \cdot m \cdot U_{oy} \quad (30)$$

получим для проекций скорости образовавшегося тела

$$U_{ox} = \frac{\cos\alpha - k \cdot \sin\alpha \cdot \text{ctg}\beta}{k+1} \cdot V_{01} \quad (31), \quad U_{oy} = V_{01y} - g \cdot \tau \quad (32).$$

Третий этап. Выражение (32) для  $U_{oy}$  полностью совпадает с законами изменения вертикальных составляющих скоростей тел в начальный момент времени. Это означает, что образовавшееся в результате неупругого



взаимодействия тело упадет на землю в тот момент времени, в который упали бы на землю тела при отсутствии столкновения. Таким образом, скорость тела при падении на землю  $U = \sqrt{U_{0x}^2 + U_y^2}$ , где  $U_y = V_{01}y - gT$  (34), а время  $T$  определяется по выражению (26) независимо от того в какой момент времени  $t = \tau$  произошло взаимодействие.

При упругом взаимодействии необходимо сделать некоторые замечания. Будем считать, что удар центральный, т.е. в момент удара центры масс сталкивающихся тел находятся на линии удара общей нормали к поверхностям соприкасающихся тел. В рассматриваемом исследовании линия удара вертикальна. Кроме того, будем предполагать, что тела гладкие, а это значит, что импульсом сил трения можно пренебречь. При сделанных предположениях возможны два случая – случай абсолютно упругого центрального удара, когда тела сталкиваются, достигнув верхних точек траекторий и случай абсолютно упругого косоугольного центрального удара, когда тела сталкиваются, находясь одновременно либо на восходящих, либо на нисходящих участках траекторий.

Применяя законы сохранения импульса и энергии для первого случая, получим

$$m \cdot V_{1x} + k \cdot m \cdot V_{2x} = m \cdot U_{1x0} + k \cdot m \cdot U_{2x0} \quad (35), \quad m \cdot V_{1x}^2 + k \cdot m \cdot V_{2x}^2 = m \cdot U_{1x0}^2 + k \cdot m \cdot U_{2x0}^2$$

$$(36)$$

$$V_{1y} = V_{2y} = U_{1y0} = U_{2y0} = 0 \quad (37).$$

Решая совместно (35) и (36) найдем 
$$U_{1x0} = \frac{2k \cdot V_{2x} - (k-1) \cdot V_{1x}}{k+1}$$
 (38)

$$U_{2x0} = \frac{2 \cdot V_{1x} + (k-1) \cdot V_{2x}}{k+1} \quad (39) \quad V_{1x} = V_{01x} = V_{01} \cdot \cos \alpha \quad (40) \quad V_{2x} = V_{02x} =$$

$$V_{01} \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta \quad (41)$$

Тела упадут на землю одновременно через время  $T_1 = T_2 =$

$$\frac{T}{2} = \frac{V_{01} \cdot \sin \alpha}{g} \quad (42)$$

со скоростями  $U_1 = \sqrt{U_{1x0}^2 + g^2 \cdot T_1^2}$  (43) и  $U_2 = \sqrt{U_{2x0}^2 + g^2 \cdot T_2^2}$  (44).

Если столкновение тел происходит в моменты времени, отличные от  $T_1=T_2=\frac{T}{2}$ , с учетом отсутствия сил трения при косом центральном ударе

гладких тел получим условие сохранения касательных составляющих скоростей взаимодействующих тел в виде

$$U_{1y0}=V_{1y}, U_{2y0}=V_{2y}. \quad (45).$$

Для этого случая законы сохранения примут вид

$$V_{1x}+k \cdot V_{2x}=U_{1x0}+k \cdot U_{2x0} \quad (46), \quad V_{1x}^2+V_{1y}^2+k \cdot V_{2x}^2+k \cdot V_{2y}^2=U_{1x0}^2+U_{1y0}^2+k \cdot U_{2x0}^2$$

$$+k \cdot U_{2y0}^2 \quad (47)$$

или с учетом соотношений (45) из (47) получим

$$V_{1x}^2+k \cdot V_{2x}^2=U_{1x0}^2+k \cdot U_{2x0}^2 \quad (48)$$

Система уравнений (46), (48) совпадает с системой уравнений (35), (36), а значит ее решения могут быть найдены по формулам (38)-(41).

Выражения (45)-(48) указывают на то, что и в данном случае момент времени падения тел на землю будет совпадать с моментом падения тел, в случае если бы взаимодействие не произошло, и скорости тел в момент падения на землю будут такими же, как и в предыдущем случае т.е. могут быть определены по формуле (43) и (44).

Четвертый этап ниже рассмотрен частный случай задачи при следующих значениях заданных параметров:  $V_{01}=10$  м/с,  $\alpha=45^\circ$ ,  $\beta=30^\circ$ ,  $g=10$  м/с<sup>2</sup>,  $m=1$  кг,  $k=2$ .

$$\text{Из условия } V_{01} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = V_{02} \cdot \frac{1}{2}, \text{ т.е. } V_{02} = \sqrt{2} \cdot V_{01}.$$

Законы движения тел

$$x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot t, \quad y_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}, \quad x_2 = L - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot V_{02} \cdot t = L - \frac{\sqrt{6}}{2} \cdot V_{01} \cdot t,$$

$$y_2 = V_{02} \cdot \frac{1}{2} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{V_2}{2} \cdot V_{01} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}.$$

После исключения времени получим уравнение траектории движения

$$\text{тел } y_1 = x - \frac{g}{V_{01}^2} \cdot x^2, \quad y_2 = \frac{L-x}{\sqrt{3}} - \frac{g}{3 \cdot V_{01}^2} \cdot (L-x)^2, \quad L - \text{ абсцисса точки В.}$$

Дальности полетов тел (без учета столкновения).

$$l_1 = \frac{V_{01}^2}{g}, \quad l_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{01}^2}{g}.$$

Столкновение тел произойдет, если

$$L < l_1 + l_2 = (\sqrt{3} + 1) \cdot \frac{V_{01}^2}{g};$$

При этом возможны три случая.

Случай 1. Столкновение тел происходит на восходящих участках траекторий.

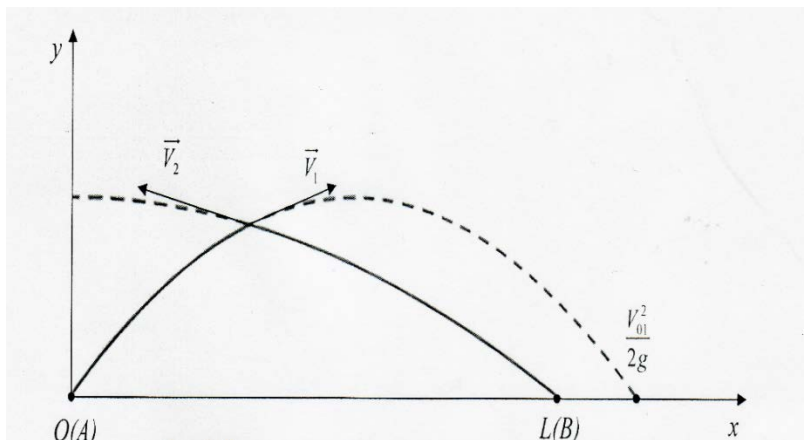


Рисунок 2 – Взаимодействие тел на восходящих участках траекторий

В этом случае

$$0 < L < \frac{V_{01}^2}{2g}, \quad 0 < \tau < \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{V_{01}}{g} = \frac{T}{2}, \quad T = \sqrt{2} \cdot \frac{V_{01}}{g} - \text{время движения без}$$

учета столкновения.

$$V_{1y} = V_{2y} = \frac{V_2}{2} \cdot V_{01} - g\tau, \quad V_{1x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01}, \quad V_{2x} = \frac{\sqrt{6}}{2} \cdot V_{01}.$$

Случай 2. Столкновение тел происходит в точке наивысшего их удаления от поверхности земли.

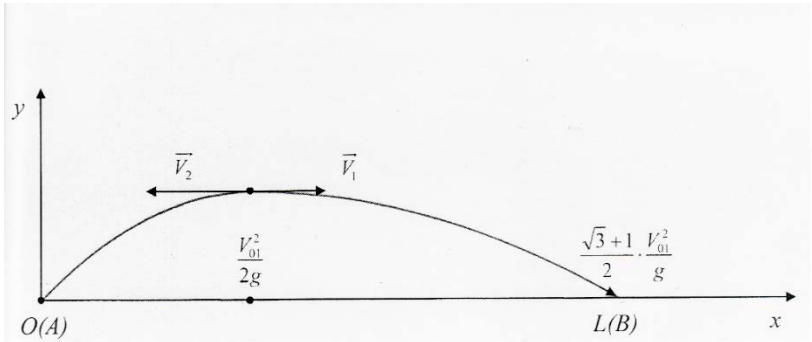


Рисунок 3 – Взаимодействие тел в точке максимального удаления от поверхности земли

В этом случае  $L = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} \cdot \frac{V_{01}^2}{g}$ ,  $\tau = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{V_{01}}{g}$ ,  $V_{1y} = V_{2y} = 0$ ,  $V_{1x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01}$ ,  $V_{2x} = -\frac{\sqrt{6}}{2} \cdot V_{01}$ .

Случай 3. Столкновение тел происходит на нисходящих участках траекторий, движения

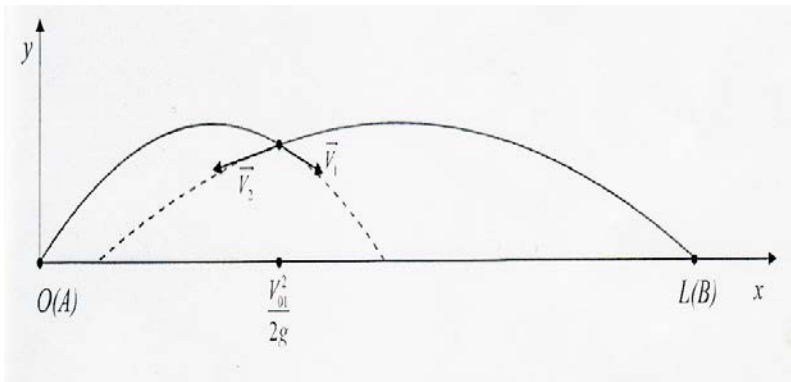


Рисунок 4– Взаимодействие тел на нисходящих участках траекторий

В этом случае

$$\frac{\sqrt{3}+1}{2} \cdot \frac{V_{01}^2}{g} < L < (\sqrt{3}+1) \cdot \frac{V_{01}^2}{g}, \quad \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{V_{01}}{g} < \tau < \sqrt{2} \cdot \frac{V_{01}}{g} = T$$

Скорости тел после столкновения найдем по формулам (31), (32), (38), (39), (45). Используя данные задачи найдем:

$$V_{1x} = V_{01x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01}, \quad V_{1y} = V_{01y} = V_{2y} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} - g\tau, \text{ где } \tau - \text{ время}$$

полета тел до столкновения.

$$V_{2x} = V_{02} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{6}}{2} \cdot V_{01}, \quad V_{2y} = V_{02} \cdot \frac{1}{2} - g\tau = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} - g\tau.$$

Поэтому в случае неупругого столкновения

$$U_{0x} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \frac{k\sqrt{3}}{k+1}, \quad U_{0y} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} - g\tau$$

И при упругом столкновении тел

$$U_{01x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \frac{1-k(1+2\sqrt{3})}{k+1}, \quad U_{02x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \frac{1-\sqrt{3} \cdot (k-1)}{k+1},$$

$$U_{01y} = U_{02y} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} - g\tau.$$

Таким образом, для всех рассмотренных выше случаев вертикальные составляющие скоростей тела, образовавшегося после неупругого взаимодействия, и тел после косоупругого центрального взаимодействия имеют те же значения, что и соответствующие составляющие скоростей тел до столкновения, а это значит, что у поверхности земли

$$U_{ny} = U_{1y} = U_{2y} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} - gT, \quad \text{где } T = \sqrt{2} \cdot \frac{V_{01}}{g}, \text{ значит, что } U_{ny} =$$

$$U_{1y} = U_{2y} = -\frac{V_2}{2} \cdot V_{01}.$$

Тогда для скорости у поверхности земли тела, образовавшегося после неупругого столкновения, получаем:

$$U_n = \sqrt{U_{0x}^2 + U_{ny}^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{k\sqrt{3} - 1}{k + 1} \right)^2}$$

И для скоростей тел после упругого взаимодействия

$$U_1 = \sqrt{U_{01x}^2 + U_{1y}^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{1 - k(1 + 2\sqrt{3})}{k + 1} \right)^2},$$

$$U_2 = \sqrt{U_{02x}^2 + U_{2y}^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{01} \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{2 - \sqrt{3} \cdot (k - 1)}{k + 1} \right)^2}$$

Подставляем численные значения  $V_{01} = 10$  м/с,  $k = 2$  получаем для скоростей тел у поверхности земли  $V_H \approx 9$  м/с,  $V_1 \approx 20$  м/с и  $V_2 \approx 7$  м/с соответственно.

Решение подобных задач, с нашей точки зрения, способствует развитию у школьников исследовательского типа мышления, т.к. методика решения содержит основные компоненты научного исследования [6]: постановку задачи; предварительный анализ имеющейся информации; формулировку гипотез; упрощение модели, планирование поэтапного решения, проведение исследования, анализ полученного результата, проверку на конкретных более простых частных моделях.

В заключение отметим, что в деятельности учителя применяются различные вариации приведенного способа ведения практикумов по решению задач называемый эвристическим или исследовательским, или методом выработки критического мышления, т.е. методом, способствующим формированию навыков исследовательской работы учащихся.

#### *Список литературы:*

1. Макаров, В.А., Чесноков, С.С. Физика. Задачник-практикум для поступающих в вузы. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 361 с.
2. Задачи для подготовки к олимпиадам по физике в 9-11 классах. Кинематика / Сост. В.А. Шевцов. – Волгоград: Учитель, 2005. – 220 с.
3. Балаш, В.А. Задачи по физике и методы их решения: пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1974.

4. Абросимов, Б.Ф. Физика. Способы и методы поиска решения задач: учебно-методическое пособие. – М.: Экзамен, 2006. – 287 с.
5. Красин, М.С. Решение сложных и нестандартных задач по физике. Эвристические приемы поиска решений. – М.: ИЛЕКСА, 2009. –360 с.
6. Леонтьева, А.В., Савельев, А.С. Исследовательская и проектная работа школьников / Под редакцией А.В. Леонтьева. – М.: ВАКО, 2016. –160 с.

УДК 372.853

**Методические особенности изучения элементов динамики  
вращательного движения в классах профильной направленности**

**Е.А. Лошкарева<sup>1</sup>, О.С. Анохина<sup>2</sup>, А.И. Канарейкин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга*

<sup>2</sup>*Средняя общеобразовательная школа № 44, Калуга*

<sup>3</sup>*Российский государственный геологоразведочный университет им.  
Серго Орджоникидзе, Москва*

В статье раскрыты некоторые методические особенности изучения динамики в курсе физики средней школы в классах профильной направленности.

*Ключевые слова:* динамика, момент инерции, лабораторная работа, методы измерения, элективный курс.

**Methodological features of studying the elements of the dynamics  
of rotational motion in classes of profile orientation**

**E.A. Loshkareva<sup>1</sup>, O.S. Anokhina<sup>2</sup>, A.I. Kanareykin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga*

<sup>2</sup>*Secondary School No. 44, Kaluga*

<sup>3</sup>*Russian State Geological Exploration University named after  
Sergo Ordzhonikidze, Moscow*

The article reveals some methodological features of studying dynamics in a high school physics course in specialized classes.

*Keywords:* dynamics, moment of inertia, laboratory work, measurement methods, elective course.

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования одной из целей изучения физики является формирование системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях [1]. Значительный вклад в достижение этой цели вносит фундаментальная физическая теория «Динамика», представленная в курсе физики средней школы в виде фундаментальной теоретической схемы.

В отличие от динамики поступательного движения, динамика вращательного движения – это тема, которая в школьном курсе физики практически не рассматривается. Лишь некоторые элементы данного раздела физики представлены в учебниках для профильных классов общеобразовательной средней школы.

В учебнике «Физика. Механика. 10 класс. Профильный уровень», под редакцией Г.Я. Мякишева, 12-е издание 2010 года, понятие «момент инерции» встречается в главе «Движение твердого тела», в параграфе «Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела». Кроме этого, в данном учебнике не предусмотрено выполнение лабораторных работ по данной тематике [2].

В учебнике «Физика 10 класс. Профильный уровень» под редакцией А.А. Пинского, 13-е издание 2011 года, издания понятие «момент инерции твердого тела» встречается в 1 главе «Основные понятия и законы механики» в параграфе «Вращательное движение тел». Понятие «момента инерции» вводится через зависимость углового ускорения от свойств вращающегося тела  $I = M/\varepsilon$ , где  $M$  – момент сил,  $\varepsilon$  – угловое ускорение. Момент инерции тела сравнительно простой формы определен путем вычислений. Рассматривается теорема Штейнера, и приведены формулы для вычисления моментов инерции некоторых тел относительно оси, проходящей через центр масс этих тел. Автор учебника приводит несколько примеров решения задач, где применяется понятие момент инерции твердого тела. Предусмотрена лабораторная работа: «Измерение момента инерции тела» на основе метода качения тела по плоскости [3].

Вследствие малого количества часов, выделяемого на рассмотрение данного вопроса в обоих учебниках, не приводятся исторические справки, описывающие первые практические опыты по измерению момента инерции различных тел. А ведь такой исторический обзор по **основным методам измерения момента инерции** вместе с **лабораторными работами** по



практическому измерению моментов инерции тел мог бы значительно повысить степень понимания такой сложной для школьников темы. Данная тема является не очень сложной с точки зрения математики, но ее особенность в том, что вся терминология, применяемая в данной теме является абсолютно новой для учащихся. И это вносит определенные трудности, т.к. на усвоение темы требуется определенное время, а количество часов, отводимое на изучения данной темы весьма ограничено.

В связи с этим возникает вопрос? Как при ограниченном числе часов, добиться полного усвоения материала. Нужно заинтересовать учащихся данной темой и предложить элективный курс, в котором представлена историческая справка и лабораторная работа по всем методам экспериментального определения момента инерции твердого тела. В лабораторных работах по определению момента инерции используются различные методы (с помощью физического маятника, методом качания двойного маятника, методом крутильных колебаний, по колебаниям нитяных подвесов, методом атвудовой машины, методом качения тела по плоскости), которые подробно описаны в литературе [4]. Но заинтересовать учащихся данной темой можно, используя исторический материал. В данном сообщении мы обратим особое внимание на **исторический аспект** при изучении темы «Основное уравнение динамики вращательного движения», а именно на исторический обзор экспериментов по измерению момента инерции твердого тела.

Само понятие «момент инерции», изучаемое вскользь в школьном курсе физики, является всего лишь одним из большого числа специфических терминов и понятий, используемых в науке, называемой *геометрией масс*. Это название предложено в 1857 году французским учёным Атоном де ля Гупийером, имеющим крупные работы в этой области. Предмет данной науки представляет собой определение центров масс, моментов инерции тела относительно осей, полюсов и плоскостей, изучение эллипсоидов инерции, гириационных эллипсоидов, моментов инерции высших порядков.

В динамике величины аналогичные моментам инерции тела относительно оси впервые появились в 1673 г. в работах Хр. Гюйгенса, однако понятие и термин «момент инерции», а также основные теоремы были даны Эйлером в 1749 г.

Рассмотрим более подробно вклад отдельных ученых в разработку экспериментальных методов определения момента инерции твердого тела.

**Метод 1.** «Определение момента инерции методом физического маятника».

Экспериментальное определение моментов инерции методом маятниковых колебаний испытуемого тела впервые предложено де Прони в 1800 г. В основе данного метода лежит понятие «физический маятник» – это тяжелое твёрдое тело, имеющее возможность свободно вращаться на оси под действием силы тяжести. Изохронность малых колебаний физического маятника было открыто Галилей в 80-х годах XVI века. Первые подробные исследования проведены Христианом Гюйгенсом и опубликованы в 1673 г.

Методика опыт по определению момента инерции и применяемые для вычисления расчетные формулы разнообразны. Однако при всех модификациях момент инерции определяют по периоду малых колебания физического маятника или по его приведенной длине. Первый вариант был известен еще в 1792 году (работа Дж. Прони). Второй вариант, опубликованный в 1941 году в статье «Метод определения приведенных длин и моментов инерции физических маятников» в журнале «Вестник инженеров и техников», не требует практически никакого оборудования, а по точности не уступает предыдущему.

$$T_{\phi} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgh}} = 2\pi \sqrt{\frac{mh^2}{mgh}} = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = T_m$$

В настоящее время этот метод наиболее распространён и рекомендован всеми руководствами по теоретической и прикладной механике. Измерение момента инерции методом физического маятника дает достаточно точные результаты.

**Метод 2.** «Определение момента инерции методом качания двойного маятника».

Тяжелая материальная точка А (рис.2, а) соединена невесомой нерастяжимой нитью  $l$  с неподвижной точкой  $O$  и нитью с тяжелой материальной точкой  $C$ . Такая система, будучи выведенной из равновесного состояния, совершает колебания в вертикальной плоскости под действием веса точек и называется двойным математическим маятником.

Если точку  $C$  и нить  $CA$  заменить материальным телом (рис.2, б) или если, кроме того, и точку  $A$  с нитью  $AO$  заменить телом, устроив в точке  $O$  неподвижную, а в точке  $A$  подвижную параллельные горизонтальные оси (рис.2, в), то получится двойной физический вертикальный маятник.

Впервые в литературе двойной маятник был описан в 1735 году в работе французского математика Клеро. Ряд своих работ, посвящённых качанию двойного маятника, опубликовал в Комментариях Петербургской академии наук в 1773-1774 годах Даниил Бернулли. Он же разработал полную теорию качания двойного маятника. Двойной вертикальный маятник является примером системы с двумя степенями свободы и описан во многих курсах и статьях.

А.И. Лурье в своей работе «Аналитическая механика» (1961 г.) приводит уравнение движения двойного маятника, учитывая силы веса и сопротивления среды. Много различных вариантов двойного маятника приводит в своих работах Буасс (1920 г.). Кабанна (1962 г.) описал маятник, состоящий из  $n$  точек. Эта задача интересовала и Эйлера еще в 1741 г.

В 1923 году была опубликована работа В.П. Ветчинкина и Н.Г. Ченцова «Плоский маятник о двух степенях свободы и определение при помощи его высоты центра тяжести и момента инерции твердого тела», в которой также была предложена теория метода определения момента инерции твёрдого тела с помощью двойной маятник. С иных позиций эту теория подробно рассмотрена в книге «Теоретическая механика» Л.Г. Лойцянским и А.И. Лурье.

Метод Ветчинкина и Ченцова был принят для определения моментов инерции самолётов: был сконструирован и построен специальный подвес, позволяющий качать самолёт на бифилярном подвесе относительно вертикальной оси, а также как двойной маятник относительно горизонтальных осей. Подвес и эксперименты подробно описаны в работах Ю.А. Победоносцева «Экспериментальное определение моментов инерции самолетов». Для самолётов этот метод применялся и за рубежом.

Согласно этому методу момент инерции рассчитывается по формуле

$$I = ml^2 \left( \frac{g}{4\pi^2 l} \right)^4 T_1^2 T_2^2 \left( T_1^2 - \frac{4\pi^2 l}{g} \right) \left( \frac{4\pi^2 l}{g} - T_2^2 \right),$$

где  $T_1, T_2$  – периоды главных колебаний маятника,  $m$  – масса тела,  $l$  – длина нити.

**Метод 3.** «Определение моментов инерции методом крутильных колебаний (унифиляр)».

Унифиляр состоит из стержня и укрепленного на его конце тела, совершающего крутильные колебания вокруг оси, совпадающей с осью

стержня (рис.3). Унифиляр как прибор для научных исследований был введён в практику эксперимента Кулоном в 1784 г. и получил широкое распространение. Формула для определения момента инерции выводится из дифференциального уравнения колебаний

$$(I + I_{np}) \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + M = 0$$

где  $I_{np}$  – момент инерции прибора,  $I$  – момент инерции испытуемого тела,  $M$  – восстанавливающий момент, обусловленный упругостью материала стержня. Отсюда

$$I + I_{np} = \frac{k}{4\pi^2} T^2$$

$k$  – коэффициент жесткости подвеса,  $T$  – период колебаний.

В практику экспериментального определения моментов инерции тел унифиляр был введен в начале XIX века Пуассоном и в настоящее время рекомендуется всеми руководствами по теоретической и прикладной механике. Метод крутильных колебаний (унифиляр) является достаточно точным: искомая величина при надлежащей тщательности опыта определяется с ошибкой несколько сотых процента. С.Д. Гидаспов (1939 г.) определял моменты инерции коромысла аналитических весов методом унифиляра с точностью до 0,05%, а Г.Д. Кокош и Н.А. Смирнова (1952 г.) – с точностью до 0,023%. Исследование самого метода унифиляра было опубликовано Ф.Ф. Лендером еще в 1911 году. Он же сконструировал прибор для определения моментов инерции артиллеристских снарядов.

Интересно, что биохимические исследования иногда требуют рассмотрения человеческого тела как механической системы, состоящей из отдельных звеньев, и в первую очередь исследования геометрии масс этой системы, определения положения центров тяжести и моментов инерции относительно различных осей всего человеческого тела и отдельных его конечностей. Л.Е. Евгеньева в 1951 г. опубликовала работу, в которой определяла момент инерции отдельных конечностей на специальном сделанной модели. Немецкие учёные Брауне и Фишер в 1889 г. экспериментально определяли момент инерции ампутированных конечностей.

**Метод 4.** «Определение моментов инерции по колебаниям нитяных подвесов».

При различных экспериментах в физике и технике применяют подвешивания на гибких нитях или лентах, верхние концы которых закреплены неподвижно, а нижние прикреплены к испытываемому телу или прибору (рис.5). Такая система, выведенная из состояния равновесия, совершает колебания, поэтому нитяные подвесы часто называют нитяными маятниками.

В зависимости от числа нитей нитяные маятники имеют собственные названия. Подвес на двух нитях называется бифилярным подвесом, или бифиляром, трёхнитяный подвес – трифиляром. Первые научные исследования колебаний нитяных подвесов проведены в Петербурге Д. Бернулли (1738 г.). Теории нитяных подвесов посвящены работы Н. Фусса (1785г.), Боудича (1815г.), Гаусса (1837г.), Кольрауша (1883г.), Хоппа (1884г.), Ветчинкина (1920г.), Победоносцева (1935г.), Хигса (1957г.) и др.

Для определения моментов инерции вначале был применен по предложению Гаусса (1837г.) бифилярный подвес, метод развит Кольраушем в 1883г.

Опыты проведены в английский Национальный физической лаборатории для исследования авиационного мотора «Гном», но работа эта не опубликована. Профессор В.П. Ветчинкин указывает, что в лаборатории Н.Е. Жуковского в 1915г. применился трифиляр для определения момента инерции артиллерийской гранаты.

Теория экспериментального определения моментов инерции с использованием многонитяного подвеса разработана В.П. Ветчинкиным и является развитием теории бифиляра, предложенной Ф. Кольраушем. Теория профессора Ф. Кольрауша основана лишь на статистическом соотношений между весом подвешенного тело и натяжением нитей. Ту же неточность допускает и теория мультифиляра, приведённая В.П. Ветчинкиным. В последующем теорию этого метода излагали многие авторы, среди которых следует отметить Ю.А. Победоносцева и А.Н. Волохова.

Однако все выводы, включая составление дифференциального уравнения движения испытываемого тела, исходят из условий натяжения нитей, полученных для неподвижного тела, подвешенного на этих нитях.

Метод определения моментов инерции материальных тел по периоду колебаний нитяных подвесов позволяет вычислить искомую величину с большой точностью. Разнообразие способов подвешивания и расположения

нитей создает благоприятные условия для его использования, поэтому область применения метода очень обширна. Этим методом определяют моменты инерции тел весом от нескольких граммов (магнитные стрелки, относительно вертикальной оси).

*Список литературы:*

1. Федеральный государственный образовательный стандарт общего среднего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_12/m413.html](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_12/m413.html) (дата обращения: 24.02.2017).
2. Мякишев, Г.Я. Физика. Механика. 10 класс. – М.: Дрофа, 2014. – 496 с.
3. Пинский, А.А. Физика 10 класс. Углубленный уровень. – М.: Просвещение, 2011. – 431 с.
4. Гернет, М.М., Ратобыльский, В.Ф. Определение моментов инерции. – М.: Машиностроение, 1969. – 246 с.
5. Лошкарева, Е.А. Кузнецова, О.С. Момент инерции твердого тела и его измерение в учебном эксперименте // Вестник Калужского университета. 2021. – № 2.

**Особенности организации самостоятельной работы  
студентов по математике в условиях цифровой трансформации**  
**Н.В. Никаноркина**

*Калужский филиал Финуниверситета, Калуга*

Одной из тенденций развития высшего образования в настоящее время является увеличение доли самостоятельной работы студентов. При этом цифровизация жизни и деятельности человека диктует необходимость поиска новых подходов к организации самостоятельной работы студентов. В работе описаны особенности организации самостоятельной работы по математике будущих бакалавров экономики, с одной стороны, с учётом требований цифровой экономики, с другой, – в связи с цифровизацией образовательного процесса.

*Ключевые слова:* цифровизация, образовательный процесс, обучение математике студентов, анализ данных, самостоятельная работа.

**Peculiarities of organization of students' independent work  
in Mathematics in terms of digital transformation**

**N.V. Nikanorkina**

*Kaluga Branch of the University of Finance, Kaluga*

One of the tendencies of modern higher education development is the increase of the students' independent work share. Meanwhile the digitalization of man's life and activity dictates the necessity of the search for new approaches to the organization of students' independent work. In the article there are described the peculiarities of the organization of independent work in Mathematics for future Bachelors in Economics, taking into account on the one hand digital economy demands, on the other hand the digitalization of the education process.

*Keywords:* digitalization, education process, teaching Mathematics of students, data analysis, independent work.

Отличительной чертой современного этапа развития общества является цифровая трансформация всех сфер жизни и деятельности человека. Благодаря стремительному развитию информационно-коммуникационных технологий цифровое общество, цифровая экономика становятся реальностью. Для достижения профессионального успеха и

конкурентоспособности, а также личностного развития человека жизненно необходимыми становятся технические навыки и компетенции, способности к работе с информацией, представленной в цифровом формате.

Под цифровизацией мы понимаем внедрение и эффективное использование цифровых технологий, цифровой способ коммуникации, работу с массивами данных (получение, передачу, хранение, преобразование, анализ и т.д.) с помощью цифровых устройств.

Современные цифровые технологии предоставляют широкие возможности для решения важнейших задач образования в целом:

1) вовлечение обучающихся в эффективный образовательный процесс за счёт его оптимизации;

2) достижение высоких результатов обучения (на основе использования индивидуальной траектории обучения, а также за счет увеличения доли самостоятельной работы студентов),

3) совершенствование методик обучения различным дисциплинам (внедрение интерактивных методик на основе использования цифровых инструментов, сочетание традиционного и дистанционного обучения с использованием ИТ-технологий).

Если говорить о математическом образовании студентов-экономистов, то комплексное сочетание традиционного обучения с использованием цифровых технологий в учебном процессе имеет, по нашему мнению, ряд преимуществ. Укажем наиболее значимые.

– представление учебных материалов в различной форме (печатной, электронной, графической, звуковой, анимированной и др.) и в разных комбинациях.

С одной стороны, это позволяет учитывать индивидуальные особенности обучаемых и способствует более эффективному усвоению материала. С другой стороны, даёт возможность преподавателю сочетать различные виды работы, например, восприятие материала с выполнением определённых заданий, что способствует оптимизации учебного процесса.

– автоматизация различных этапов учебного процесса (диагностика, формирование умений, усвоение, закрепление и применение знаний, контроль, оценка, коррекция и др.).

Это позволяет существенным образом повысить эффективность занятий, устраняет перегрузку преподавателя при выполнении рутинной работы.



– оперирование большими объемами информации, большими массивами данных, моделирование и исследование сложных экономических процессов и явлений.

Использование цифровых технологий дает возможность расширить круг решаемых задач, поскольку теперь становится возможным выполнение операций, которые невозможно провести вручную без цифровых инструментов. В то же время это положительно влияет на мотивацию студентов к освоению математических дисциплин в частности и будущей профессии в целом.

– формирование информационной культуры пользователя (т.е. развитие умений грамотно работать с цифровой информацией: получать, хранить, передавать, преобразовывать и т.д.).

В цифровом мире это неотъемлемая часть личностной и профессиональной культуры современного специалиста.

– организация групповой и индивидуальной самостоятельной, в том числе научно-исследовательской работы студентов.

Перенос акцентов в сторону увеличения доли самостоятельной работы способствует усилению личностно ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов, позволяет активизировать творческую познавательную деятельность обучающихся, раскрыть их потенциал, сформировать значимые компетенции для работы в условиях цифровой экономики.

– предоставление студентам возможности удалённо взаимодействовать с преподавателем и между собой посредством электронной почты, социальных сетей, мессенджеров и т.д. При этом возможен не только обмен сообщениями, но и голосовая коммуникация, видеосвязь, обмен файлами и др.

Это дает возможность преподавателю сочетать традиционное и дистанционное обучение, а использование цифровых ресурсов за пределами учебной аудитории позволяет студенту учиться в любом месте, в любое время.

При освоении математических дисциплин будущие бакалавры экономики приобретают способности строить и исследовать различные математические модели экономических явлений и процессов, осваивают математические методы исследования экономических проблем. При этом сочетание способности строить математические модели с приобретением ими опыта работы с современным программным обеспечением способствует развитию данной способности в части формирования способов реализации

построенных математических моделей экономических явлений средствами современного программного обеспечения.

Таким образом, перед математическим образованием как областью научного знания стоит сложная и актуальная проблема создания методики обучения, с одной стороны, ориентированной на формирование у студентов экономических направлений подготовки компетенций, обеспечивающих успешность их будущей деятельности в условиях цифровой экономики, с другой, – реализующей идею сочетания традиционного и цифрового математического образования [1].

В Финансовом университете решение обозначенной проблемы осуществляется на основе интеграции курсов математики и компьютерного практикума, в рамках которых проводится работа по формированию у студентов цифровых компетенций. На занятиях компьютерного практикума студенты приобретают знания и умения по проведению расчетов с использованием программ MS Excel и RStudio, а затем используют их при изучении математики. Дальнейшее формирование и развитие цифровых компетенций обучающихся происходит при изучении дисциплины «Анализ данных», ставшей преемником теории вероятностей и математической статистики. В рамках этой дисциплины студенты знакомятся с сутью вероятностно-статистических методов и учатся их практической реализации с помощью различных прикладных программных продуктов по работе с математическими и статистическими данными.

Существенную роль в формировании у обучающихся компетенций, обеспечивающих успешность их будущей деятельности в условиях цифровой экономики и жизни в цифровом обществе, играет использование самостоятельной работы студентов. При организации изучения дисциплины «Анализ данных» используются различные виды самостоятельной работы студентов (групповая, парная и индивидуальная, аудиторная и домашняя, контролируемая, управляемая и самоорганизация и др.).

В качестве примера опишем, как проводится комплексная расчетно-аналитическая самостоятельная работа студентов на завершающей стадии изучения курса анализа данных. Целью этой работы является проверка усвоения студентами сути математико-статистических методов и определение уровня сформированности умений применять эти методы для анализа реальных данных. Расчетно-аналитическая работа предполагает анализ и исследование котировок акций нескольких российских компаний с

использованием инструментов и возможностей MS Excel и формулирование рекомендаций инвестору о целесообразности инвестирования в эти активы.

Опишем основные этапы расчётно-аналитической работы.

1. На первом этапе каждый студент должен самостоятельно получить реальные данные о недельных (ежедневных или месячных) ценах и объемах торгов акций трех российских компаний, указанных в его варианте, на Московской фондовой бирже за указанный промежуток времени. Эти данные должны быть представлены в виде файла в формате Excel, в котором студент будет производить все необходимые расчёты, а затем оформит на их основе отчёт о проделанной работе в виде файла в формате Word.

2. Исследование цен и объемов торгов начинается с первичной обработки и визуализации данных для формулировки предварительных выводов о виде распределения и зависимостях между признаками.

С этой целью студентам предлагается сначала рассчитать дополнительные признаки – доходность акций и натуральные логарифмы объемов торгов. Необходимость вычисления этих признаков связана с тем, что исходные цены и объемы торгов для акций разных компаний могут отличаться на несколько порядков (например, цены акций одной компании могут измеряться в копейках, другой – в десятках рублей, а третьей – в сотнях или тысячах рублей), поэтому их некорректно будет сравнивать между собой и делать выводы. Новые признаки будут пропорциональны исходным, но их можно будет сравнивать между собой, поскольку доходности будут величинами безразмерными, а логарифмы объемов (лог-объёмы) торгов будут одного порядка.

Доходность ( $r_i$ ) вычисляется следующим образом. Если обозначить  $S_i$  и  $S_{i-1}$  – цены актива соответственно для  $i$ -го (т.е. данного периода) и  $i-1$ -го (т.е. предшествующего) периода (недели, месяца и т.д.), то доходность для  $i$ -го периода вычисляется по формуле

$$r_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}},$$

Для получения первоначального представления о распределении исследуемых признаков студентам предлагается:

А. Построить гистограммы всех показателей (цены, объема, доходности и лог-объема) и описать их с точки зрения симметричности или скошенности, т.е. в сравнении с «колоколом» нормального распределения.

Б. Построить диаграммы «ящик с усами» (диаграммы размаха) для всех показателей и описать их с точки зрения симметричности или скошенности. Определить, есть ли в распределении признака выбросы и попытаться объяснить причину их возникновения.

В. Построить графики зависимости каждого показателя от времени и выяснить, прослеживаются ли какие-нибудь зависимости данного признака от времени.

Г. Построить диаграммы рассеяния для исследования зависимости объемов торгов от цены для каждого вида акций и на основе их анализа определить, для каких акций можно предположить наличие зависимости.

Предварительный анализ данных предполагает также расчёт основных статистических показателей для данных об акциях (среднего значения, дисперсии, стандартного отклонения, медианы, коэффициента асимметрии и др.). С этой целью студентам предлагается воспользоваться инструментом «Описательная статистика» Пакета анализа и получить протокол с необходимыми данными. Далее, обучающимся предлагается проанализировать полученные результаты, соотнести их с предположениями, выдвинутыми при анализе гистограмм и «ящичков с усами», и сделать выводы.

1. Следующим этапом анализа данных является построение доверительных интервалов для средних значений каждого признака и прогнозирование на ближайшую перспективу. С этой целью в предположении нормального закона распределения цен, объемов торгов, доходностей и лог-объемов торгов студентам предлагается с заданной надежностью (95%) найти доверительные интервалы для математических ожиданий и средних квадратических отклонений исследуемых признаков, а также доверительные интервалы для прогнозов на следующий период (неделю, месяц и т.д.) значений признака. Сравнив границы интервалов для акций каждой из трех компаний на основе анализа их визуализации, обучающиеся должны дать рекомендации инвестору о том, каким акциям и почему отдать предпочтение в ближайшей и долгосрочной перспективе.

2. Завершается исследование котировок акций проверкой статистических гипотез.

А. Для акций каждой компании на заданном уровне значимости (5%) студенту требуется проверить гипотезу о том, что среднее значение доходности акций равно нулю при правосторонней альтернативной гипотезе. В каждом случае нужно также определить наблюдаемый уровень значимости ( $p$ -значение) и сделать выводы.

Б. Для акций каждой компании на заданном уровне значимости (5%) обучающийся должен проверить гипотезу о нормальном законе распределения каждого из признаков, т.е. цен, объемов торгов, доходностей и лог-объемов торгов. Полученные результаты необходимо соотнести с предположениями, которые были выдвинуты на этапе предварительного анализа данных, и сделать обоснованные выводы.

Проведенное студентами исследование завершается защитой работы, в ходе которой студент должен продемонстрировать знание математико-статистических методов, умение их применять в реальной ситуации, способность использовать цифровые технологии для обработки данных и умение делать обоснованные выводы по результатам проведенного исследования.

Овладев современными компьютерными технологиями в комплексе с математико-статистическими методами, выпускник экономического вуза будет иметь серьезные конкурентные преимущества. Работая в различных отраслях экономики, такой специалист сможет быстро, эффективно и качественно решать широкий спектр профессиональных задач.

#### *Список литературы*

1. Дробышева, И.В., Дробышев, Ю.А. О роли математического образования в формировании компетенций при подготовке кадров для цифровой экономики // Математика – основа компетенций цифровой эры: материалы XXXIX Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов. – М.: ГАОУ ВО МГПУ, 2020 – С. 108-111.
2. Зайчикова, И.В., Никаноркина, Н.В. Инновационные подходы к организации самостоятельной работы студентов в соответствии с требованиями цифровой экономики // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/article/view?id=29895>.
3. Кулжанбекова, Г.К., Адилбаева, У.Б. Активизация самостоятельной работы студентов в условиях цифровизации образования // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 12. – С. 176-181.
4. Никаноркина, Н.В. Использование информационных технологий при изучении курса анализа данных студентами-экономистами // Калужский экономический вестник. – 2019. – № 1. – С. 75-80.

5. Никаноркина, Н.В. Компьютерные технологии в обучении математике студентов-экономистов // Вестник Калужского университета. – 2019. – № 3. – С.126-132.

УДК: 372.851

**К вопросу о структуризации решения задачи по стереометрии  
как средства совершенствования математической речи школьников  
И.И. Савоськина**

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

В статье обоснована важность наличия грамотной речи у школьников, а также зависимость между структуризацией решения стереометрических задач и совершенствованием научной речи старшеклассников.

*Ключевые слова:* решение стереометрической задачи, математическая речь, вторая сигнальная система, логическое мышление, культура научной речи.

**To the Question of Organization of Solving Problems in Stereometry as a  
Method of Improving the Mathematical Language of Schoolchildren  
I.I. Savoskina**

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

In the article the importance of having a literate language of schoolchildren and also the dependence between organization of solving problems in Stereometry and improving scientific language of students are founded.

*Keywords:* solving problems in Stereometry, mathematical language, the second signal system, logical thinking, the culture of scientific language.

Развитая математическая речь относится к метапредметным результатам обучения математике. Обладая грамотной речью, ученикам будет легче адаптироваться в окружающем мире и найти достойное применение своим способностям Развитие математической речи школьников начинается в начальной школе. К 11 классу ученики уже хорошо представляют, что такое культура научной речи. Этому способствовали все учебные дисциплины. Поэтому в старших классах можно говорить о совершенствовании научной

речи школьников. О взаимосвязи речи и мышления русский писатель А.Н. Толстой говорил так: «Обращаться с языком кое-как – значит и мыслить кое-как: неточно, приблизительно, неверно».

На уроках геометрии употребляют в основном термины математики, поэтому учитель должен обращать внимание на то, как формулируют ученики определения, аксиомы, теоремы. Образцом для школьников является речь учителя. Речь как вторая сигнальная система (сигнал сигналов) формирует понимание учебного материала. Используя теоретические достижения И.М. Сеченова и И.П. Павлова о второй сигнальной системе, можно смело утверждать, что без логического мышления невозможно совершенствование научной речи. Важную роль в развитии научной речи играет геометрия, так как геометрия способствует развитию логического мышления обучающихся.

Изучая математику, нельзя обойтись без решения задач. Геометрические задачи представляют собой разнообразные ситуации. Очень часто явно нет алгоритма для решения конкретной задачи. Многие методисты-математики говорят о необходимости развития речи, предлагая различные виды работ на уроках математики (например, математический диктант). Но в современной методической литературе не затрагивается вопрос о развитии письменной и устной речи при структуризации решения задач по геометрии, особенно стереометрических задач. Вдумчивое оформление стереометрических задач способствует совершенствованию культуры математической речи старшеклассников. Структуризация решения задачи – серьёзная проблема для ученика. Учителю следует обдумывать оформление решения каждой задачи так, чтобы запись решения совершенствовалась математическую речь ученика.

При структуризации решения задач по стереометрии следует обратить внимание на следующие основные моменты:

- как правильно изобразить пространственную фигуру на плоскости? Теорию этого вопроса в школе не рассматривают, поэтому следует обратить внимание школьников на рисунки в учебнике по геометрии;
- решение задач желательно описывать по шагам;
- каждой аналитической записи давать геометрическое пояснение;
- если решение задачи сводится к планиметрическим фактам, то вынести плоскую фигуру на отдельный рисунок;
- обязательно должно быть выделено: Дано, Найти, Решение, Ответ.

Предлагаются, например, такие варианты структуризации решения задач.

Задача 1. Объём конуса равен  $V$ . Его высота разделена на 3 равные части, и через точки деления параллельно основанию проведены плоскости. Найдите объём средней части конуса [4, с. 160].

Дано:  $V$  – объём конуса

Найти:  $V_{\text{ус.кон.}}$

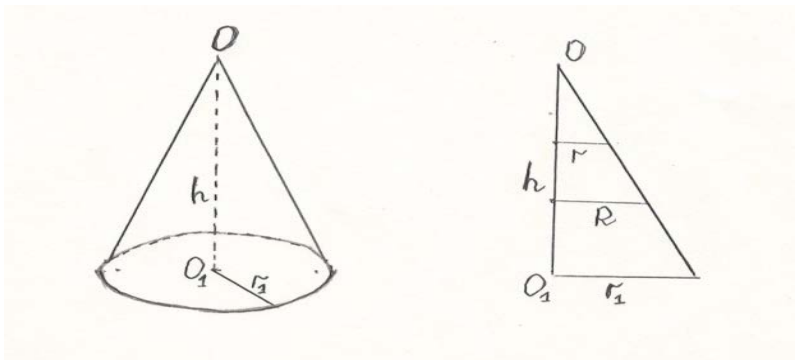
Решение:

1) средняя часть конуса будет являться усечённым конусом. Поэтому запишем формулу для вычисления объёма усечённого конуса:  $V_{\text{ус.кон.}} = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + Rr + r^2)$ ;

2) высота усечённого конуса  $h = \frac{1}{3} h_1$ , где  $h_1$  – высота данного конуса;

3) так как  $V_{\text{к.}} = \frac{1}{3} S_{\text{осн.}} h_1$ , то  $h_1 = \frac{3V}{\pi r_1^2}$ , где  $r_1$  – радиус основания данного конуса, поэтому  $h = \frac{V}{\pi r_1^2}$ ;

4) посмотрим на изображение конуса и отдельно нарисуем подобные треугольники для определения соотношения длин радиусов оснований усечённого конуса.



Используя теорему Фалеса, составим зависимости для радиусов:

$$R = \frac{2}{3} r_1, r = \frac{1}{3} r_1.$$

5) подставим найденные значения для  $h$ ,  $R$  и  $r$  в формулу для объёма усечённого конуса, получим:

$$V_{\text{ус.кон.}} = \frac{1}{3} \pi \frac{V}{\pi r_1^2} (4/9 r_1^2 + 2/3 r_1 \cdot \frac{1}{3} r_1 + 1/9 r_1^2) = 7/27 V.$$

$$\text{Ответ: } V_{\text{ус.кон.}} = 7/27 V.$$

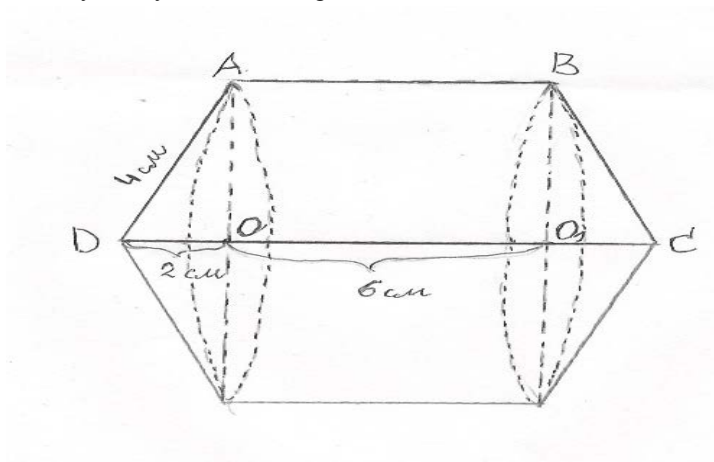
Задача 2. Равнобедренная трапеция, основания которой 6см и 10см, а острый угол  $60^\circ$  вращается вокруг большего основания. Вычислите площадь поверхности полученного тела [2, с. 144].

Дано ABCD – трапеция,  $AD=BC$ ,  $AB \parallel CD$ ,  $AB=6\text{см}$ ,  $DC=10\text{см}$ ,  $\angle ADC = 60^\circ$ .



Найти: Сп.т.

Решение: 1) Изобразим схематически полученное тело. Оно будет состоять из двух конусов и цилиндра.



2) Известно, что  $S_{б.ц.} = 2 \pi r h$ ,  $S_{б.к.} = \pi r l$ , радиусы оснований у конусов и цилиндра равные, поэтому  $r = AO$ .

3) Для цилиндра:  $r = 2 \operatorname{tg} 60^\circ = 2\sqrt{3}$  ( в  $\Delta AOD$ ,  $\angle O = 90^\circ$ ,  $\angle D = 60^\circ$ .  $DO = 2$  см

(потому что  $DO = (BC - AB) : 2 = (10 - 6) : 2 = 2$ ).  $h = OO_1 = 6$  см;

$S_{б.ц.} = 2 \pi \cdot 2\sqrt{3} \cdot 6 = 24\pi\sqrt{3}$  (см<sup>2</sup>).

4) Для конуса:  $r = 2\sqrt{3}$ ,  $l = AD$ ;  $AD = 2 / \cos 60^\circ = 4$  (из рассмотрения  $\Delta AOD$ );

$S_{б.к.} = \pi \cdot 2\sqrt{3} \cdot 4 = 8\pi\sqrt{3}$  (см<sup>2</sup>).

5) Сп.т. =  $24\pi\sqrt{3} + 16\pi\sqrt{3} = 40\pi\sqrt{3}$ .

Ответ:  $40\pi\sqrt{3}$  (см<sup>2</sup>).

Развивая логическое мышление учеников, учитель одновременно формирует грамотную речь обучающихся. Наиболее полноценно логическое мышление развивается при решении задач. Поэтому структуризация решения задач становится одной из главных задач учителя.

*Список литературы:*

1. Атанасян, Л.С., Базылев, В.Т. Геометрия. Часть II. – М.: Просвещение, 1987. – 352 с.

2. Атанасян, Л.С., Бутузов, В.Ф., Кадомцев, С.Б. и др. Геометрия: учебник для 10-11 классов. – М.: Просвещение, 1992. – 207 с.
3. Далингер, В.А. Развитие математической речи учащихся при обучении математике // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 6. – С. 83-85.
4. Смирнова, И.М., Смирнов, В.А. Геометрия: учеб. пособие для 10-11 классов. – М.: «Просвещение», 2001. – 239 с.
5. Штрекер, Н.Ю. Русский язык и культура речи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: ЮНИТИ, 2012. – 351 с.

**О корректности математической модели коллективной диффузии неосновных носителей заряда в однородной полупроводниковой мишени конечной толщины**  
**М.А. Степович<sup>1</sup>, Д.В. Туртин<sup>2</sup>, В.В. Калманович<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга*

<sup>2</sup>*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
Ивановский филиал, Иваново*

Доказана корректность математической модели коллективной диффузии неосновных носителей заряда в однородной полупроводниковой мишени.

*Ключевые слова:* математическое моделирование, электронный пучок, неравновесные неосновные носители заряда, дифференциальные уравнения диффузии, существование и единственность решения.

**On the correctness of the mathematical model of collective diffusion of minority charge carriers in a homogeneous semiconductor target**  
**M.A. Stepovich<sup>1</sup>, D.V. Turtin<sup>2</sup>, V.V. Kalmanovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski, Kaluga*

<sup>2</sup>*Plekhanov Russian University of Economics, Ivanovo Branch, Ivanovo*

The correctness of the mathematical model of collective diffusion of minority charge carriers in a homogeneous semiconductor target is proved.

*Keywords:* mathematical modeling, electron beam, nonequilibrium minority charge carriers, differential diffusion equations, existence and uniqueness of the solution.

## **1. Введение**

Изучение вопроса корректности математических моделей, описывающих различные процессы, весьма актуально, поскольку входные данные реальных физических задач имеют погрешность измерения, и, как показывает классический пример Ж. Адамара[1], при незначительных изменениях начальных данных решения задачи могут резко различаться. Проблема корректности подобных моделей изучается достаточно редко в связи с большими трудностями логического и технического характера, что делает подобные исследования весьма актуальным.

В полупроводниковом материаловедении при проведении исследований материалов с использованием пучков киловольтных электронов наиболее часто (пожалуй, за исключением рентгеноспектрального микроанализа) в качестве информативного регистрируется сигнал, связанный с генерацией и диффузией в полупроводниковой мишени неравновесных неосновных носителей заряда (ННЗ) и/или регистрируются сигналы, характеристики которых существенно зависят от распределения ННЗ – например, ток, – наведённый электронным зондом или катодоллюминесценция. Ранее [2-4] вопросы корректности рассматривались лишь для остро сфокусированных пучков, описывалась трёхмерная диффузия носителей заряда в методе времяпролётной катодоллюминесценции полупроводников. В настоящей работе рассматривается задача о корректности математической модели т.н. коллективной диффузии неравновесных ННЗ, генерированных широким пучком киловольтных электронов в однородной полупроводниковой мишени конечной толщины.

## 2. Математическая модель

Математическая модель одномерной коллективной диффузии неравновесных ННЗ, генерируемых широким электронным пучком в однородной полупроводниковой мишени конечной толщины  $l$ , имеет вид:

$$D \frac{d^2 \Delta p(z)}{dz^2} - \frac{\Delta p(z)}{\tau} = -\rho(z). \quad (1)$$

$$D \left. \frac{d \Delta p(z)}{dz} \right|_{z=0} = v_{s_1} \Delta p(0),$$

$$D \left. \frac{d \Delta p(z)}{dz} \right|_{z=l} = v_{s_2} \Delta p(l). \quad (2)$$

Здесь функция  $\Delta p(z)$  описывает искомое распределение ННЗ по глубине в мишени в результате их диффузии;  $z$  – координата, отсчитываемая от плоской поверхности в глубь полупроводника.  $\rho(z)$  – концентрация генерированных ННЗ на глубине  $z$ , а  $D$ ,  $\tau$ ,  $v_{s_1}$  и  $v_{s_2}$  – коэффициент диффузии, время жизни и скорости поверхностной рекомбинации ННЗ соответственно. Для широкого электронного пучка  $\rho(z)$  можно найти по формуле [5; 6]:

$$\rho(z) = \frac{1,085(1-\eta)P_0}{\sqrt{\pi}z_{ms}(1-\eta+\eta z_{ss}/z_{ms})} \left\{ \exp\left[-\left(\frac{z-z_{ms}}{z_{ms}}\right)^2\right] + \frac{\eta}{1-\eta} \exp\left[-\left(\frac{z-z_{ss}}{z_{ss}}\right)^2\right] \right\}.$$

Здесь  $P_0$  - мощность электронного пучка, рассеянная в мишени,  $z_{ms}$  - глубина максимальных потерь энергии первичными электронами, испытавшими малоугловое рассеяние;  $z_{ss}$  - глубина максимальных потерь энергии обратно рассеянными электронами,  $z_{ss} = Z^{-1/3} z_{ms}$ ;  $\eta$  - коэффициент обратного рассеяния электронов зонда (для фиксированной энергии постоянная).

Для зондирующих электронов с энергией  $E_0$ , кэВ, падающих перпендикулярно поверхности мишени с плотностью  $\rho_0$ , г/см<sup>3</sup>,  $z_{ms}$  можно выразить через полный путь электронов пучка  $R$  в твёрдом теле [7]:

$$z_{ms} [\text{мкм}] = \frac{R}{2} \left[ 1 - \left( \frac{C\gamma}{1+\gamma} \right)^2 \right], \quad R [\text{мкм}] = \frac{2,76 \cdot 10^{-2} A E_0^{5/3}}{\rho_0 Z^{8/9}} \cdot \frac{(1 + 0,978 \cdot 10^{-3} E_0)^{5/3}}{(1 + 1,957 \cdot 10^{-3} E_0)^{1/3}}.$$

Здесь  $A$  - эффективный атомный вес вещества мишени,  $\gamma = 0,187Z$ ,  $C \approx 1,1$ .

### 3. Существование решения задачи

Для решения задачи (1) - (2) будем использовать стандартные методы математического анализа. Решение будем искать методом вариации произвольной постоянной. Для (1) характеристическое уравнение имеет вид:

$$Dk^2 - \frac{1}{\tau} = 0,$$

решив которое, находим корни  $k_{1,2} = \pm\sqrt{\sigma}$ , где  $\sigma = 1/D\tau$ .

Таким образом, решение однородного уравнения (1) имеет вид:

$$\Delta p(z) = A \exp(\sqrt{\sigma}z) + B \exp(-\sqrt{\sigma}z),$$

где  $A$  и  $B$  - произвольные постоянные.

Решение задачи (1), (2) будем искать в виде

$$\Delta p(z) = A(z) \exp(\sqrt{\sigma}z) + B(z) \exp(-\sqrt{\sigma}z), \quad (3)$$

где  $A(z)$  и  $B(z)$  - неизвестные функции.

Согласно методу вариации произвольной постоянной из (1) и (3) получим систему дифференциальных уравнений первого порядка для определения функций  $A(z)$  и  $B(z)$ :

$$\begin{cases} A' \exp(\sqrt{\sigma} z) + B' \exp(-\sqrt{\sigma} z) = 0, \\ A' \sqrt{\sigma} \exp(\sqrt{\sigma} z) - B' \sqrt{\sigma} \exp(-\sqrt{\sigma} z) = -\frac{1}{D} \rho. \end{cases} \quad (4)$$

Решив систему уравнений (4), находим

$$A'(z) = -\frac{1}{2D\sqrt{\sigma}} \rho(z) \exp(\sqrt{\sigma} z),$$

$$B'(z) = \frac{1}{2D\sqrt{\sigma}} \rho(z) \exp(-\sqrt{\sigma} z).$$

Отсюда

$$\begin{cases} A(z) = -\frac{1}{2D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \rho(\xi) \exp(\sqrt{\sigma} \xi) d\xi + A_1, \\ B(z) = \frac{1}{2D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \rho(\xi) \exp(-\sqrt{\sigma} \xi) d\xi + B_1, \end{cases} \quad (5)$$

где  $A_1$  и  $B_1$  – произвольные постоянные.

Подставив (5) в (3) и сделав простейшие преобразования, имеем

$$\Delta p(z) = A_1 \exp(\sqrt{\sigma} z) + B_1 \exp(-\sqrt{\sigma} z) - \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \rho(\xi) \operatorname{sh}(\sqrt{\sigma}(z-\xi)) d\xi. \quad (6)$$

Продифференцировав (6), получим

$$\Delta p'(z) = A_1 \sqrt{\sigma} \exp(\sqrt{\sigma} z) - B_1 \sqrt{\sigma} \exp(-\sqrt{\sigma} z) - \frac{1}{D} \int_0^z \rho(\xi) \operatorname{ch}(\sqrt{\sigma}(z-\xi)) d\xi. \quad (7)$$

Подставив (6) и (7) в граничные условия (2), получим систему алгебраических уравнения для нахождения  $A_1$  и  $B_1$ :

$$\begin{cases} D(A_1 \sqrt{\sigma} - B_1 \sqrt{\sigma}) = v_{s_1} (A_1 - B_1), \\ v_{s_2} \left( A_1 \sqrt{\sigma} \exp(\sqrt{\sigma} l) + B_1 \sqrt{\sigma} \exp(-\sqrt{\sigma} l) - \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} I_1 \right) + \\ + D_2 \left( A_1 \sqrt{\sigma} \exp(\sqrt{\sigma} l) - B_1 \sqrt{\sigma} \exp(-\sqrt{\sigma} l) - \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} I_2 \right) = 0, \end{cases}$$

где  $I_1 = \int_0^l \rho(\xi) \operatorname{sh}(\sqrt{\sigma}(l-\xi)) d\xi$   $I_2 = \int_0^l \rho(\xi) \operatorname{ch}(\sqrt{\sigma}(l-\xi)) d\xi$ .

Решив последнюю систему, находим  $A_1$  и  $B_1$  и тем самым решение задачи (1), (2).

#### 4. Единственность решения задачи

**Теорема 1.** Решение задачи (1), (2) единственно.

**Доказательство.** Предположим противное. Пусть  $n_1$  и  $n_2$  – два различных решения задачи (1), (2). Рассмотрим функцию  $u = n_2 - n_1$ , которая удовлетворяет следующему дифференциальному уравнению

$$D \frac{d^2 u}{dz^2} - \frac{u}{\tau} = 0$$

и граничным условиям (2).

Применив к полученной задаче формулу (7) с  $\rho(z) = 0$ , получим  $u = 0$ , откуда следует  $n_2 = n_1$ . Полученное противоречие и доказывает единственность решения задачи (1), (2). Теорема 1 доказана.

#### 5. Непрерывная зависимость решения от данных задачи

Следующая теорема устанавливают непрерывную зависимость решения задачи (1), (2) от члена в правой части.

**Теорема 2.** Пусть  $u_1$  – решение уравнения

$$D \frac{d^2 \Delta p(z)}{dz^2} - \frac{\Delta p(z)}{\tau} = -\rho_1(z)$$

с граничными условиями (2), а  $u_2$  – решение уравнения

$$D \frac{d^2 \Delta p(z)}{dz^2} - \frac{\Delta p(z)}{\tau} = -\rho_2(z)$$

с граничными условиями (2) и для всех  $0 \leq z \leq l$

$$\left| \rho_2(z) - \rho_1(z) \right| \leq \varepsilon. \quad (8)$$

Тогда для всех  $0 \leq z \leq l$  справедлива оценка

$$\left| u_2(z) - u_1(z) \right| \leq c\varepsilon, \quad c = \frac{1}{D\sigma} \left( \operatorname{ch}(l\sqrt{\sigma}) - 1 \right). \quad (9)$$

**Доказательство.** Применив поочередно формулу (6) к задачам для функций  $u_1$  и  $u_2$ , получим

$$u_2(z) = A_1 \exp(\sqrt{\sigma}z) + B_1 \exp(-\sqrt{\sigma}z) - \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \rho_2(\xi) \operatorname{sh}(\sqrt{\sigma}(z-\xi)) d\xi,$$

$$u_1(z) = A_1 \exp(\sqrt{\sigma}z) + B_1 \exp(-\sqrt{\sigma}z) - \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \rho_1(\xi) \operatorname{sh}(\sqrt{\sigma}(z-\xi)) d\xi.$$

Вычитая второе равенство из первого и учитывая оценку (8), имеем

$$|u_2(z) - u_1(z)| \leq \varepsilon \frac{1}{D\sqrt{\sigma}} \int_0^z \operatorname{sh}(\sqrt{\sigma}(z-\xi)) d\xi,$$

откуда следует оценка (9). Теорема 2 и в целом корректность математической модели доказаны.

## 6. Заключение

Доказана корректность математической модели коллективной диффузии неосновных носителей заряда в однородной полупроводниковой мишени конечной толщины.

Исследования проведены при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-03-00271), а также РФФИ и правительства Калужской области (проект № 18-41-400001).

### *Список литературы:*

1. Владимиров, В.С., Жаринов, В.В. Уравнения математической физики: учебник для студентов вузов. – М.: Физматлит, 2004. – 400 с.
2. Polyakov, A.N., Smirnova, A.N., Stepovich, M.A., Turtin, D.V. Qualitative properties of a mathematical model of the diffusion of excitons generated by electron probe in a homogeneous semiconductor material // Lobachevskii J. of Math. – 2018. – Vol. 39. – No. 2. – P. 259-262.
3. Степович, М.А., Туртин, Д.В. О существовании и единственности решения дифференциальных уравнений, описывающих трёхмерную диффузию носителей заряда в методе времяпролётной катодолуминесценции полупроводников // Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки. – 2019. – С. 401-411.
4. Stepovich, M.A., Turtin, D.V., Seregina, E.V., Kalmanovich, V.V. On the correctness of mathematical models of time-of-flight cathodoluminescence of direct-gap semiconductors // ITM Web of Conferences. – 2019. – Vol. 30. – No. 07014.



5. Михеев, Н.Н., Степович, М.А. Распределение энергетических потерь при взаимодействии электронного зонда с веществом // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1996. – Т. 62. – № 4. – С.20-25.
6. Mikheev, N.N., Stepovich, M.A. Distribution of Energy Losses in Interaction of an Electron Probe with Material // Industrial Laboratory. – 1996. – Vol. 62. – No. 4. – P. 221-226.
7. Kanaya, K., Okayama, S. Penetration and energy-loss theory of electrons in solid targets // J. Phys. D: Appl. Phys. – 1972. – Vol. 5. – No. 1. – P.43-58.

УДК 372.851

**Развитие математического мышления  
школьников с помощью сюжетных задач**

**Т.И. Грунтаева, М.И. Подсадная**

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

Статья посвящена методическому аспекту проблемы развития мышления школьников в процессе обучения математике. В статье рассматриваются особенности сюжетных задач и методики работы над ними, определяющие их направленность на развитие математического мышления школьников.

*Ключевые слова:* сюжетная задача, математическое мышление, обучение математике в средней общеобразовательной школе, методика работы над сюжетной задачей со школьниками.

**Development of mathematical thinking of schoolchildren  
with the help of plot tasks**

**T.I. Truntaeva, M.I. Podsadnaya**

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

The article is devoted to the methodological aspect of the problem of developing students' thinking in the process of teaching mathematics. The article deals with the features of plot problems and methods of working on them, which determine their focus on the development of mathematical thinking of schoolchildren.

*Keywords:* plot task, mathematical thinking, teaching mathematics in a secondary school, methods of working on a plot task with schoolchildren.

Одной из основных целей обучения математике в средней общеобразовательной школе является интеллектуальное развитие учащихся.

В научной литературе в области математического образования рассматривается понятие «математическое мышление» [1; 2], характеризующееся как абстрактное теоретическое мышление, объекты которого лишены вещественности, но при этом они могут быть интерпретированы любым произвольным образом с одним лишь условием – должны сохраняться заданные между объектами отношения. Математическое мышление также характеризуется как мышление, проходящее в рамках формальной логики и отвечающее ее требованиям, объектами математического мышления являются математические объекты.

Ученые, занимавшиеся проблемами математического образования (В.И. Арнольд, А.И. Голиков, И.Я. Каплунович, Ю.М. Колягин, Л.М. Фридман и др.), отмечают особенности мышления в области математики, обусловленные спецификой математической области знания как науки о структурах, порядке и отношениях. Эти особенности, отличающие математическое мышление от повседневного, заключаются в критическом восприятии окружающего мира, что помогает различать правду и вымысел, опираться на факты и доказательства, а не слепо верить тому, что говорят, желани и умении «копнуть глубже» и найти истину, понять причины и суть самых разных понятий и явлений. Кроме такой очевидной практической пользы сформированности математического мышления как способность справляться с математическими задачами, есть и другие его достоинства: понимание, что у любой проблемы есть решение, благодаря чему человек охотнее берет на себя ответственность, способен преодолевать нерешительность перед сложными делами, может в любой ситуации придумать план действий; умение раскладывать поиск решения проблемы на последовательные этапы и при этом брать во внимание все вероятные исходы и последствия; восприятие неудач и ошибок не как причину опустить руки, а как возможность развиваться.

Умение мыслить как математик способствует успехам в учебе, ведь человек привыкает разбивать сложные задачи на более мелкие, выявлять взаимосвязи, удерживать в голове большое количество информации благодаря ее грамотному структурированию и оперировать ей, справляться с интеллектуальными затруднениями. Все это вместе взятое образует вдумчивую, самостоятельную, сильную личность, что неминуемо влияет на достигаемые в жизни и работе результаты.

Исследователи в области математического образования выделяют основные характеристики или компоненты математического мышления. К этим характеристикам или компонентам, в том числе относятся:

- способность к формализации, способность отделить главное от несущественного, выделить объекты, величины, установить связи;
- способность к обобщению математической информации;
- способность к обнаружению новых связей, к овладению общими приемами, могущими привести к решению новых задач, к овладению новыми знаниями;
- способность к оперированию знаковой символикой;
- способность выбирать использовать удобные схемы для проведения расчетов, рассуждений;
- логическое мышление; способность к последовательному, правильно расчлененному логическому рассуждению; к построению обратного рассуждения;
- способность к сокращению процесса рассуждения;
- способность к анализу;
- способность к рефлексии;
- способность к планированию содержательного характера;
- гибкость, активность, широта, глубина, критичность мышления;
- организованность памяти;
- пространственное воображение;
- функциональное мышление, характеризующееся осознанием динамики общих и частных отношений между математическими объектами или их свойствами.

Развитие математического мышления, несмотря на то, что это мышление является преимущественно теоретическим, происходит в направлении от эмпирического к теоретическому мышлению. Так, математическое мышление развивается от мышления, направленного на анализ и регистрацию результатов рассмотрения многообразных частных случаев, сопоставление признаков отдельных математических объектов, к мышлению, направленному на анализ сущности изучаемых математических объектов, раскрывающему их сущность, внутренние законы их развития (А.И. Голиков, И.Я. Каплунович, Г.Ю. Иванова и др.).

И.Я. Каплунович описывает типы математического мышления, формирующиеся один за другим: топологическое, порядковое, метрическое,

алгебраическое, проективное. Они отмечают, что эти типы математического мышления развиты в каждом человеке в разных пропорциях.

Многие исследователи, изучавшие развитие у школьников математического мышления (А.И. Голиков, И.Я. Каплунович, Г.Ю. Иванова и др.), обращают внимание на подавляющее влияние, на это развитие специально организованного воздействия в процессе учебной деятельности на математическом материале, наилучшим образом помогающем развивать виды математического мышления, сензитивные по возрасту. Они также отмечают, что очень важным при развитии математического мышления является формирование у детей содержательного (теоретического) обобщения, основанного на анализе сущности изучаемых предметов и явлений.

Развитие математического мышления представляют как формирование общих и специальных математических мыслительных способностей, умений, оно предполагает целенаправленное формирование на математическом материале качеств научно-теоретического мышления, обучение школьников методам познания, общим и специфическим приемам мышления, а также развитие разных типов математического мышления.

Согласно таким качествам мышления, как гибкость, активность, широта, глубина, критичность мышления, организованность памяти (по Ю.Н. Колягину) описываются особенности задач в обучении математике, нацеленных на развитие этих качеств.

1. Развитию такого качества мышления как гибкость помогают задачи «шутки», занимательные задачи, задачи, имеющие оригинальные простые решения при технически сложном решении привычным для подобных задач методом, задачи на перебор вариантов, задачи, решение которых конструируется из нескольких известных способов.

2. На развитие такого качества мышления, как активность направлены задачи, допускающие несколько способов решения, а также задачи проблемного и исследовательского характера.

3. Организованности памяти способствуют задачи, объединенные общей постановкой или общим способом решения, то есть задачи, предполагающие выполнение таких мыслительных операций, как сравнение, аналогия и обобщение, а также задачи на определение области применения того или иного метода, на систематизацию и структурирование информации, на установление связей нового теоретического материала с уже изученным.

4. Широта мышления проявляется в готовности школьников принять во внимание новые для них факты и развивается с помощью задач, поиск

решения которых удобно осуществлять с применением особых приемов или задач, в процессе решения которых ставятся математические задачи, приводящие к «открытию» новых для учащихся фактов о способах решения или фактов математической теории.

5. Глубина мышления проявляется в процессе установления глубинных связей в изученном материале и их применении в решении задач, в умениях отделять главное от второстепенного, обнаружить логическую структуру рассуждения, отделить то, что строго доказано, от того, что принято на веру, извлечь из математического текста не только то, что в нем сказано, но и то, что содержится "между строк".

6. Критичность мышления формируется в процессе обучения математике при соблюдении основополагающих принципов этого обучения, которые в своей статье [3] подчеркнул В.И. Арнольд: ограничение применения информационно-разъяснительных, пассивных методов и форм, уход от формализованного преподавания, признаками которого являются немотивированные определения и доказательства, отсутствие примеров, отсутствие анализа предельных случаев, предела применимости математических теорий, отсутствие не математических приложений; опора на исторический опыт; отведение основного места в обучении математике самостоятельной деятельности учащихся по решению задач.

В процессе работы над задачей для обучения этому качеству мышления учащимся предлагается обсудить все пути ее решения, рассмотреть различные решения, постоянно прибегать к различным видам проверок, оценкам результата, проверять выводы, сделанные с помощью индукции, аналогии и интуиции. Для этого учитель должен организовывать поиск решения задачи из вопросов школьникам, заставляющих их обосновывать, доказывать правильность своих предположений.

Можно заметить, что выше изложенные особенности задач и методики работы над ними, нацеленные на развитие качеств мышления, могут быть реализованы в сюжетных задачах и методике работы над ними.

Сюжетная задача является частным случаем задач, на которых строится обучение математике. Понятие задачи в обучении математике, характеристики этих задач рассматриваются в теории учебных задач (Г.А. Балл, К.С. Богушевский, О.Б. Епишева, Ю.М. Колягин, В.И. Крупич, И.Я. Лернер, Л.М. Фридман, В.Ф. Чучуков и др.). При этом в качестве ключевой особенности сюжетной задачи отмечается необходимость формализации ее

данных и составления на основе формализованных данных математической задачи.

Компоненты и качества математического мышления, на развитие которых направлено обучение решению сюжетных задач, проявляются в следующих умениях: выделить математическое содержание в тексте, формализовать данные, сформулировать математическую задачу на основе предложенной сюжетной задачи, осуществить поиск решения задачи, планировать решение задачи, определить этапы этого решения, сформулировать математические задачи для каждого из этапов решения основной задачи, интерпретировать математические результаты, находить аналогии в условиях и решениях задач, обобщать задачи и способы их решения, структурировать и систематизировать информацию, владеть грамотной математической речью.

Овладение данными умениями и их применение тесно связаны с актуализацией таких видов мышления, как алгоритмическое и эвристическое, которые развиваются в процессе изучения математики и которые можно рассматривать как компоненты математического мышления.

Относительно формирования умения планировать решение задачи, определять его этапы следует отметить сложность задач как характеристику, влияющую на организацию с помощью этих задач работы, нацеленной на формирование данных умений.

В теории учебных задач различают понятия трудности и сложности задачи. При этом трудность задачи рассматривается как ее субъективная характеристика, отражающая восприятие этой задачи человеком, которому она предлагается для решения, и других факторов. В то время как сложность задачи в большей степени является ее объективной характеристикой, и трудность задачи зависит от ее сложности (Г.А. Балл, Ю.М. Колягин).

Сложность задачи большинство исследователей обуславливают количеством и характером связей в данных задачи, количеством не связанных друг с другом выводов, которые можно сделать из условия задачи, количеством последовательных действий, которые нужно выполнить для осуществления решения, количеством задач-компонент (К.С. Богушевский, О.Б. Епишева, В.И. Крунич, И.Я. Лернер, В.Ф. Чучуков).

Для оценивания уровня трудности задачи Г.А. Балл предлагает исходить из объективных показателей трудности: продолжительность решения, количество предпринятых субъектом попыток решения, степень успешности процесса, качество достигаемого результата. К субъективным

показателям трудности он относит мнение человека, решающего задачу, мнение экспертов.

Работа со школьниками над сюжетными задачами, которая способствует развитию описанных в статье компонентов и качеств математического мышления, осуществляется согласно методике работы над сюжетными задачами и при этом особое внимание уделяется следующим ее особенностям:

– на этапе изучения условия задачи: формализации данных и постановке математической задачи, что включает выделение математического содержания, то есть величин и связей между ними, формализацию этих связей в виде математических предложений (числовых или алгебраических выражений, равенств, неравенств, функциональных зависимостей и др.);

– на этапе поиска решения: актуализации известных приемов и способов решения похожих задач, эвристического мышления, анализу и синтезу, определению этапов решения, обоснованию школьниками каждого шага в решении задачи, логике рассуждений, переформулированию полученной математической задачи;

– на этапе осуществления решения: постановке математической задачи и интерпретации математического результата на каждом этапе решения, ясности и прозрачности обоснования и записи каждого этапа решения;

– на этапе работы по решенной задаче: обобщению задачи и способа ее решения, приемов поиска решения, определению теоретической основы решения, математических фактов, полученных при решении задачи.

Также в работе над сюжетной задачей необходимо учитывать их особенности, наилучшим образом влияющие на развитие тех или качеств мышления решающих ее людей, а также особенности, влияющие на развитие топологического, порядкового, метрического, алгебраического, проективного мышления согласно возрасту обучаемого.

Формированию умений планировать решение задачи, выделять задачи-компоненты, обобщать способы решения задач, схемы рассуждений, определять область применения того или иного способа решения способствует работа, в которой школьникам предлагается одна и та же задача, но каждый раз с усложнением, с добавлением и варьированием неизвестных и в конечном счете доведением ее до обобщенной задачи, поиск решения которой может осуществляться через исследование ее частных случаев.

Некоторые особенности методики работы над задачами повышенной сложности описаны в статьях [5; 6; 7].

Приведем примеры сюжетных задач, среди которых каждая следующая задача является усложнением предыдущей.

Задача 1. Имеется кучка из 1000 камней. За один ход разрешается из любой из имеющихся на данный момент кучек выкинуть один камень и разделить ее на две не обязательно равные кучки. Можно ли таким образом получить только кучки из трех камней каждая.

Решение. Пусть  $n$  – количество ходов. Поскольку с каждым ходом общее количество камней уменьшается на 1, то через  $n$  ходов будет  $1000 - n$  камней. Поскольку с каждым ходом количество кучек увеличивается на 1, то через  $n$  ходов будет  $1 + n$  кучек. Учитывая условие, что в каждой кучке по 3 камня, получаем уравнение  $3(1 + n) = 1000 - n$ , которое не имеет натуральных решений. Поэтому нельзя.

Задача 2. Имеется кучка из 1000 камней. За один ход разрешается из любой из имеющихся на данный момент кучек выкинуть один камень и разделить ее на две не обязательно равные кучки. При каких  $k$  таким образом можно получить только кучки из  $k$  камней каждая.

Решение. Очевидны тривиальные решения  $k=1$  и  $k=1000$ . Формализуя данные сюжетной задачи, получаем математическую задачу: при каких натуральных  $k$  уравнение  $k(1 + n) = 1000 - n$  имеет натуральное решение. Данная задача приводится к следующей: при каких натуральных  $k$  число  $(1000 - k) > 0$  кратно числу  $k + 1$ ? Эта задача, поскольку  $\frac{1000-k}{k+1} = \frac{1001}{k+1} - 1$ , приводится к задаче нахождения делителей 1001. Поскольку делителями 1001 являются 7, 11 и 13, то получаем  $k=6$ ,  $k=10$  и  $k=12$ . Остается только придумать пример для каждого значения  $k$ .

Задача 3. Имеется кучка из  $m$  камней. За один ход разрешается из любой из имеющихся на данный момент кучек выкинуть один камень и разделить ее на две необязательно равные кучки. Можно ли таким образом получить только кучки из трех камней каждая.

Решение. Получаем уравнение  $3(1 + n) = m - n$ , из которого получаем, что  $m - 3$  – это любое натуральное число, которое при делении на 4 дает остаток 3.

#### *Список литературы:*

1. Голиков, А.И. Теоретические подходы к феномену «математическое мышление» // Педагогика. – 2007. – № 7. – С. 22-32.



2. Каплунович, И.Я., Иванова, Г.Ю. Влияние индивидуальных особенностей математического мышления на процесс решения задач // Математика в школе. – 2004. – № 9. – С. 37-41.
3. Арнольд, В.И. Математика и математическое образование в современном мире // Математическое образование. – 1997. – № 2. – С.109-112.
4. Колягин, Ю.М. Задачи в обучении математике. Часть 2. Обучение математике через задачи и обучение решению задач. – М.: Просвещение, 1977. – 144 с.
5. Демидова, К.О, Трунтаева, Т.И., Щербачева, М.С. К вопросу о направлениях внеклассной работы по математике со школьниками // Вестник Калужского университета. – 2018. – № 4. – С. 116-120.
6. Алмазова, Т.А., Трунтаева, Т.И. К вопросу об исследовании проблемы формирования финансовой грамотности школьников в процессе изучения математики // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 58-3. – С. 40-44.
7. Трунтаева, Т.И., Биссерова, А.О. Методика работы над задачами повышенной сложности в обучении математике // Научные труды Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки. – Калуга: Изд-во КГУ им. К.Э. Циолковского, 2018. – С. 251-256.

# Химия и методика обучения химии

УДК 579.66

## Особенности сорбции ионов меди иммобилизованными дрожжами

**Р.А. Гаранин, И.Н. Лыков**

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

Рассматривается вопрос поиска оптимальной методики получения биосорбента на основе иммобилизованных живых и сухих дрожжей, оптимальных условий использования и оптимальных рецептур расходуемого материала при получении целевого продукта. В результате исследований время обработки субстрата сократилось в 2-3 раза (от 48 до 24 часов и от 24 до 6 часов), при этом основная часть исследования проводилась в динамичных условиях.

*Ключевые слова:* биотехнологические и бионанотехнологические решения, биосорбенты, дрожжи, альгинат, хитин, хитин-гликозидный комплекс, хитозан.

## Features of the sorption of copper ions by immobilized yeast

**R.A. Garanin, I.N. Lykov**

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

The question of finding the optimal method for obtaining a biosorbent based on immobilized live and dry yeast is considered, for optimal conditions of use and reduce the amount of material consumed when obtaining the target product. As a result of the studies, the substrate treatment time was reduced by 2-3 times (from 48 hours to 24 hours; and from 24 hours to 6 hours) at the same time, the main part of the study was conducted in dynamic conditions.

*Keywords:* biotechnological and bionanotechnological solutions, biosorbents, yeast, alginate, chitin, chitin-glucan complex, chitosan.

Несмотря на многолетние усилия учёных всего мира, проблема загрязнения окружающей среды остаётся крайне актуальной. Одной из злободневных и волнующих проблем по сей день остается загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами и, как следствие, накопление тяжелых металлов в продуктах питания. В XXI веке складывающаяся

ситуация ставит учёных и их научные исследования в жёсткие рамки. При этом получаемые результаты исследований должны иметь возможность для воплощения в краткосрочной перспективе. Кроме того, разрабатываемые на основе исследований методы должны соответствовать наиболее эффективным и экономически выгодным путям реализации, чему соответствует привлечение безотходных технологий. При этом выгодно выделяются научно-исследовательские работы, проводимые на стыках естественных наук, таких как экология, микробиология, биотехнология, химия и т.д. Плоды исследований в данном направлении экологизируют и поднимают на качественно новый уровень народное хозяйство, медицину, сельское хозяйство и промышленное производство.

Биотехнологические методы активно привлекаются и эффективно используются для решения целого ряда задач, являясь одними из перспективных на данный момент. Такого рода решения приносят свои ощутимые плоды природоохранного характера: получение качественно новых препаратов (инсулин) [4-6] для медицинских целей, новых полимерных материалов (биоупаковки) и типов сорбентов [1] на основе полимеров растительного и животного происхождения, а также многое другое.

Биотехнологические решения не представляются конкурирующим вектором для научно-исследовательской деятельности в области медицины, сельского хозяйства и других отраслей. Они обобщают ряд естественных наук и взаимодополняют каждую из них, приводя к новым открытиям. В настоящее время такие исследования направлены на активный поиск сорбентов биологического происхождения, способных при некоторых условиях совмещать в себе многофункциональные характеристики, в том числе способность эффективно сорбировать ионы тяжёлых металлов. Кроме этого, они способны легко регенерироваться, или имеется возможность их использования в дальнейшем в новом качестве (пластификатор и гидрофобизатор в жидких бетонных смесях): совмещения свойств сорбентов и одновременно подавление развития микроорганизмов (бактерий, грибов и т. д.) [2]. Поиск новых биосорбентов, способных отвечать требованиям времени, ведётся и сейчас во многих странах передовыми исследователями, что приносит ощутимые результаты. Тем не менее, несмотря на работы учёных, остаётся много белых пятен, и появляется множество вопросов, которые требуют ответов и дальнейшего поиска подходящих решений.

Одним из перспективных материалов, совмещающих в себе полифункциональные свойства, являются хитин (полисахарид) и

хитинглюкановый комплекс (далее – ХГК), которые входят в состав панцирей ракообразных, насекомых и дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*). Кроме того, хитин и ХГК являются исходными сырьевыми компонентами для получения еще более перспективного материала – хитозана.

Получение хитина и хитинглюканового комплекса в настоящее время осуществляется в основном из отходов переработки морских ракообразных (крабы, креветки, криль и т.п.). Панцири ракообразных содержат некоторое количество хитина, который является полисахаридом животного происхождения. Также известны способы непромышленного получения хитина и его полупродуктов из панцирей насекомых, а также извлечение из отходов производства антибиотиков: биомассы грибов *Aspergillus niger* [2]. В то же время ресурсы ракообразных ограничены и не способны, даже при первом приближении, обеспечить растущую потребность медицины, пищевой промышленности и т.д. в столь необходимом хитине. Однако выход существует.

Дрожжи – это грибы, представляющие возобновляемый ресурс, который в своем составе содержит дрожжевой хитинглюкановый комплекс. Они легко культивируются, достаточно неприхотливы в большинстве случаев, что важно отметить, являются отходами биотехнологических производств. Пивоваренное предприятие средних размеров вывозит на утилизацию в виде отходов более десятка тонн дрожжевой биомассы, что в пересчёте на сухое вещество составляет несколько сотен килограммов хитинглюканового комплекса.

Выбор сорбентов, исследуемых в данной работе, был продиктован наличием множества функциональных групп, обуславливающих хелатирующие свойства (см. рис 1, 2, 3). При этом все группы сосредоточены в небольшом объёме, но с большой площадью контакта.

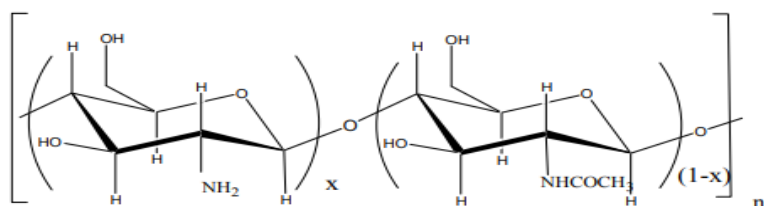


Рисунок 1 – Хитозан (1→4,β, D 2-амино, 2-дезоксиглюкопираноза)

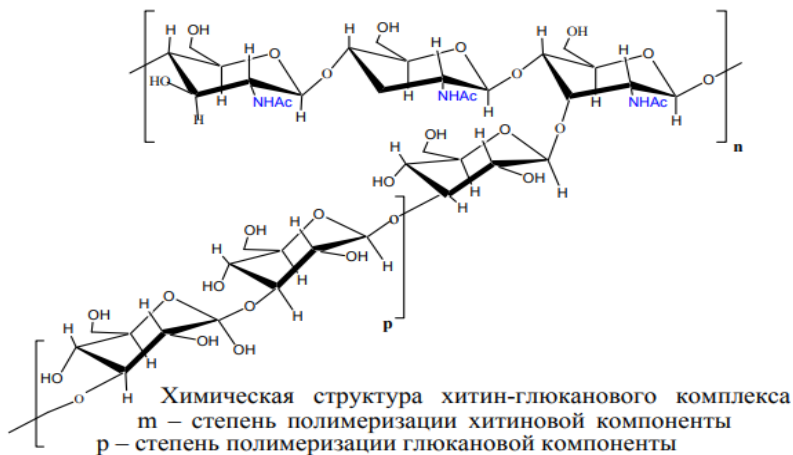


Рисунок 2 – Химическая структура хитин-глюканового комплекса

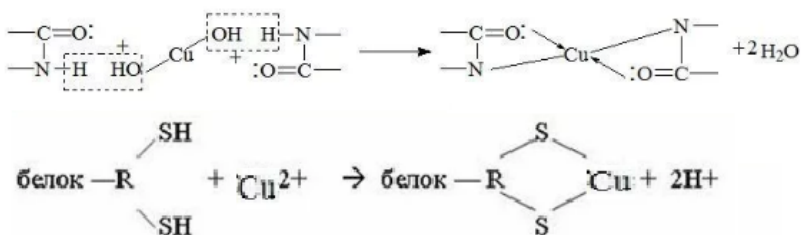


Рисунок 3 – Функциональные группы белков, участвующие в хелатировании ТМ (тяжёлых металлов)

В дрожжевых клетках присутствует целый ряд механизмов биосорбции. Условно выделяют две основные их группы: 1) физико-химического взаимодействия с клеточной стенкой (собственно биосорбция); механизмы биосорбции ионов тяжелых металлов можно объяснить физико-химическими процессами взаимодействия между функциональными лигандообразующими группами клеточной стенки и адсорбированным ионным обменом, комплексообразованием и микроадгезией [7; 16]; 2) вторая группа процессов связана с метаболическими процессами клеток, в частности внутриклеточной биоаккумуляцией, осуществляющейся за счёт активного и пассивного транспорта ионов металлов, компартиментализации металлов. В меньшей степени протекает процесс внеклеточного осаждения за счёт продуктов метаболизма клеток [3-5; 9-11; 13; 17].

Клеточная стенка дрожжевых клеток и её структурные единицы выполняют основную роль в сорбции ионов металлов из водных сред [12]. Диффузия ионов металлов из субстрата к активным центрам осуществляется в основном пассивными транспортными механизмами [18] и взаимодействием с множеством функциональных групп: карбоксильной группы пептидогликана, гидроксил-, amino- и фосфорнокислой тейхоевых кислот, что обеспечивают основной отрицательный (-) заряд, присутствующий на клеточной стенке *Saccharomyces cerevisiae* и способствующих связыванию ионов тяжелых металлов [10]. Следует также отметить, что наряду с пассивной сорбцией ионов меди хитозаном, хитин-глюкановым комплексом, у живых форм дрожжей присутствует активная сорбция.

Одним из важных вопросов при использовании сухих дрожжей и продуктов на их основе (ХГК) в качестве биосорбентов тяжёлых металлов является поиск подходящего метода и технологии отделения использованного сорбента или его удержания на носителе. В своих исследованиях мы выбрали способ удержания, или иммобилизации. Наиболее, на наш взгляд, подходящим носителем для иммобилизации дрожжевой биомассы и продуктов на основе дрожжей является альгинат кальция. Альгинат кальция, в свою очередь, получают введением в раствор хлорида кальция гелеобразного раствора альгината натрия. Альгинат натрия представляет собой одну из пищевых добавок, широко применяемую в пищевой промышленности, фармакологии и косметологии. Таким образом, все компоненты, используемые в нашем исследовании и входящие в состав комбинированных биосорбентов, при рациональном использовании являются безопасными для человека и окружающей среды.

Актуальность загрязнения пищевых жидкостей ионами тяжёлых металлов продиктована неслучайно. Несмотря на активные природоохранные мероприятия, в том числе и в развитых странах, сбросы сточных вод с предприятий по-прежнему осуществляются в природные водоёмы. При этом сточные воды содержат большое количество ионов тяжёлых металлов, которые неминуемо попадают в ирригационную систему, а затем – в почвы сельскохозяйственных территорий. Известно, что корневая система растений, в том числе плодово-ягодных культур, активно поглощает из загрязнённых почвенных растворов ионы тяжёлых металлов. Кроме того, до последнего времени для борьбы с грибковыми заболеваниями сельскохозяйственных культур активно применяли фунгициды, составы которых содержат соединения меди. Следует отметить, что в Европе использование соединений

меди в качестве фунгицидного средства длится уже более сотни лет, что собственно привело к накоплению колоссальных количеств металла как в растениях, так и в самих почвах. Таким образом, ионы меди неминуемо попадают в плодово-ягодную продукцию, а затем – в соки и их концентраты, используемые для получения напитков.

Целью исследовательской работы является изучение особенностей сорбции ионов меди иммобилизованными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать показатель эффективности сорбции ионов меди живыми дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* в сравнении с биосорбентами на их основе в модельных средах.

2. Исследовать и выявить концентрации меди в модельной среде, при которых живая культура дрожжей сохраняет высокие значения эффективности сорбции.

3. Исследовать процесс биосорбции ионов меди иммобилизованными дрожжами из модельной среды. Выявить оптимальные условия эффективности биосорбции ионов меди. Разработать на основе сухих и живых дрожжей комбинированный биосорбент, имеющий наиболее высокие значения эффективности сорбции.

4. Предложить перспективные направления использования исследованных биосорбентов на основе дрожжей, иммобилизованных на альгинате кальция.

В исследовании нами использовались следующие материалы и химические реактивы: дрожжи (живые и сухие), альгинат натрия, хлорид кальция, хитозан, хитин-глюкановый комплекс, модельная среда (растворы  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Применялись потенциометрический метод и математическая обработка результатов измерения.

Значение эффективности сорбции биосорбентов на основе дрожжей рассчитывали по формуле:  $E (\%) = 100 - C_k / C_n \cdot 100$ , где  $E$  – значение эффективности;  $C_k$  ( $\text{мг/дм}^3$ ) – конечная концентрация металла в среде по окончании эксперимента;  $C_n$  ( $\text{мг/дм}^3$ ) – начальная концентрация металла в растворе до эксперимента.

Предварительные исследования, проведенные с образцами сорбентов (дрожжи живые, дрожжи сухие, хитин-глюкановый комплекс, комбинированные: дрожжи живые с добавлением хитозана и дрожжи живые с добавлением хитин-глюканового комплекса) в статических условиях при экспозиции в 24 часа, показали следующие результаты (см. рис. 4).

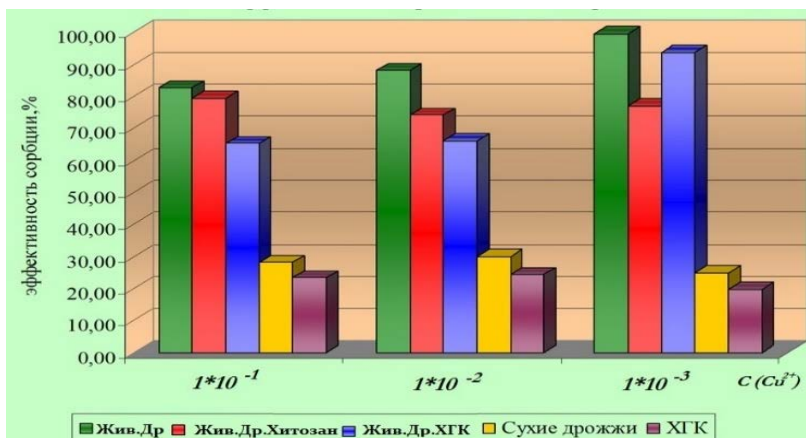


Рисунок 4 – Зависимость эффективности сорбции от концентрации ионов меди

При этом наибольшие значения эффективности сорбции показали живые дрожжи (от 82% до 98%), наименьшие значения наблюдались у хитин-глюканового комплекса (от 18% до 21%), что, видимо, обусловлено активным процессом преципитации и последующей коагуляцией частиц (фиксировали визуально и при микрокопировании).

Затем нами был осуществлён переход к иммобилизации дрожжевых клеток (живых и сухих) в ядре альгината кальция (см. рис. 5).

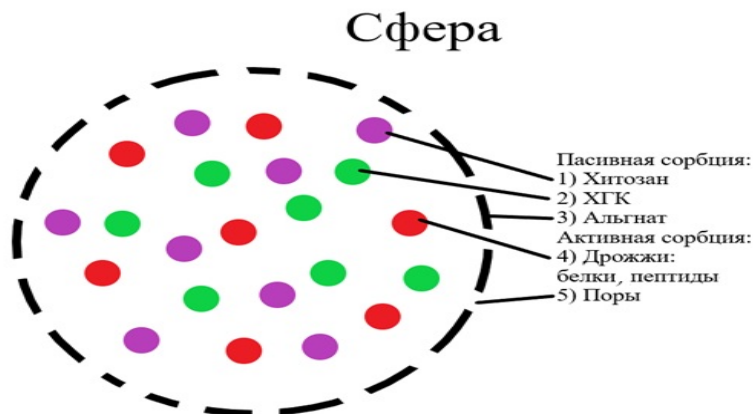


Рисунок 5 – Схема сферы из альгината кальция с иммобилизованными в ней компонентами



В ходе исследования нами также применялись комбинированные биосорбенты оригинальной рецептуры; на основе иммобилизованных дрожжей с хитин-глюкановым комплексом (полученного из дрожжей) и дрожжей с хитозаном. При этом процесс осуществляли в динамичных условиях, пропуская модельную среду, содержащую ионы меди, через биосорбенты, помещенные в колонки (делительные воронки) (см. рис. 6).



Рисунок 6 – Эксперимент с иммобилизованными сорбентами (сферы биосорбента в колонках при пропускании модельного раствора, содержащего ионы меди)

В процессе эксперимента визуально, в той или иной степени, наблюдался процесс сжатия и деформации сфер, особенно это было заметно при больших концентрациях ионов меди  $c(\text{Cu}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-1}$  моль/л. При этом было выявлено, что при низких концентрациях альгината кальция в ядре (ниже 0,2%) наблюдалось максимальное сжатие, и ток модельного раствора практически прекращался. В связи с этим мы провели ряд экспериментов с различной рецептурой относительно содержания альгината кальция с целью выявить оптимальное содержание, которое позволяет избежать слеживания, но при этом сохранить высокие значения эффективности сорбции и пропускной способности. В результате были выделены три оптимальные рецептуры, отвечающие поставленным требованиям, с содержанием альгината кальция соответственно: от 0,4 % до 0,6%. Дальнейшее увеличение массовой доли альгината кальция приводило к пролонгированию сорбции ионов меди более 48 часов по сравнению с оптимальными от 4 до 24 часов.

Дальнейшие исследования проводились с использованием трёх оптимальных рецептов. При этом были получены следующие значения (см. табл.1.)

Таблица 1 – Показатели эффективности сорбции в зависимости от концентрации ионов меди при экспозиции: 4, 8 и 24 часа

|  | Значения концентрации ионов меди (моль/л) |                    |                    |                       |                    |                    |                       |                    |                    |
|--|---|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|  | Экспозиция<br>4 часа                      |                    |                    | Экспозиция<br>8 часов |                    |                    | Экспозиция<br>24 часа |                    |                    |
| Тип биосорбента / эффективность сорбции, % | 1·10 <sup>-1</sup>                        | 1·10 <sup>-2</sup> | 1·10 <sup>-3</sup> | 1·10 <sup>-1</sup>    | 1·10 <sup>-2</sup> | 1·10 <sup>-3</sup> | 1·10 <sup>-1</sup>    | 1·10 <sup>-2</sup> | 1·10 <sup>-3</sup> |
| Дрожжи живые                               | 65,7                                      | 75,0               | 90,2               | 76,2                  | 86,1               | 92,8               | 84,7                  | 95,5               | 97,7               |
| Дрожжи сухие                               | 60,3                                      | 70,3               | 87,8               | 68,9                  | 80,2               | 91,2               | 80,1                  | 88,1               | 95,3               |
| Дрожжи живые+ХГК                           | 71,4                                      | 80,5               | 92,5               | 81,1                  | 89,6               | 94,5               | 90,5                  | 96,4               | 98,7               |
| Дрожжи сухие+ХГК                           | 61,8                                      | 72,1               | 91,4               | 70,3                  | 81,1               | 93,3               | 78,9                  | 88,5               | 97,6               |
| Дрожжи живые + Хитозан                     | 79,8                                      | 88,1               | 98,4               | 99,9                  | 99,9               | 99,9               | 99,9                  | 99,9               | 99,9               |
| Дрожжи сухие + Хитозан                     | 69,6                                      | 78,8               | 97,2               | 99,9                  | 99,9               | 99,9               | 99,9                  | 99,9               | 99,9               |

Из приведенной таблицы мы можем видеть, что наибольшие значения среди всех типов биосорбентов имеет комбинированный биосорбент на основе живых и сухих дрожжей с добавлением хитозана, затем вторую позицию занимает комбинированный биосорбент на основе дрожжей и хитин-глюканового комплекса, последнюю позицию – иммобилизованные живые и сухие дрожжи.

При этом два наиболее эффективных биосорбента имеют высокие значения уже в первые 4 часа экспозиции. Остальные четыре типа достигают максимальных значений только через 24 часа.

Кроме того, следует отметить, что, сравнивая эффективность сорбции живых и сухих дрожжей, мы отмечаем большие значения эффективности сорбции у живых форм и меньше – у сухих дрожжей. Это обусловлено эффектом активной сорбции, связанной с процессом детоксикации в живых клетках тяжелых металлов.

Вместе с тем эффективность сорбции иммобилизованных дрожжей и сорбентов на их основе имеет гораздо большие значения по сравнению с теми же дрожжами в статических условиях. Это связано протеканием с процессов слипания (адгезии) дрожжевых клеток с последующей седиментацией на дно сосудов, как результат, уменьшением площади контакта с субстратом.

В результате мы пришли к ряду выводов:

1. Выявлены различия в эффективности сорбции ионов меди живыми культурами дрожжей и сухими культурами, а также комбинированными биосорбентами. Значения эффективности «активной» сорбции тяжелых металлов живыми дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* составляет 65,2-99,6%. Значения эффективности «пассивной» сорбции сухими дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* составила всего 60,3-95,3%. Следует учесть, что навески для приготовления сорбента были равные. Коэффициент соответствия 1:3. Таким образом, сорбционные способности живых иммобилизованных дрожжей с большой эффективностью могут быть использованы для детоксикации вод с повышенным содержанием ионов меди. Вместе с тем это не противоречит использованию сухих иммобилизованных дрожжей при определенных условиях, когда логистика до места использования оказывает влияние на себестоимость иммобилизованного сорбента.

2. Дрожжевая культура *Saccharomyces cerevisiae* является устойчивой в присутствии больших концентраций ионов тяжелых металлов. Она сохраняет высокие показатели выживаемости и эффективности сорбции при концентрации сульфата меди (II) –  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л. При этом дрожжи можно использовать для очистки природных питьевых вод от ионов меди без их предварительной физико-химической очистки.

3. Определены условия наиболее эффективной сорбции ионов меди в модельных средах дрожжевыми культурами. Показано, что наибольшие значения эффективности сорбции (от 78,9% до 99,9%) ионов меди из модельной среды в течение 24 часов наблюдаются при содержании биомассы дрожжевой культуры в иммобилизованном сорбенте от 2-4 г/дм<sup>3</sup>, что гораздо меньше, чем в статических условиях (до 10 г/дм<sup>3</sup>).

Закключение. По результатам проведенных исследований с полной уверенностью можно сказать, что использование иммобилизованных сорбентов на основе дрожжей является эффективным методом очистки модельных сред от ионов тяжелых металлов. Также результаты проведенной работы можно и нужно использовать в дальнейших исследованиях, направленных для очистки пищевых жидкостей от ионов тяжёлых металлов (соков, минеральных и питьевых вод).

*Список литературы:*

1. Артемов, А.В., Пинкин, А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений // Вода: химия и экология. – 2008. – № 1. – С. 19-25.
2. Гаранин, Р.А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2011. – 16 с.
3. Новинюк, Л.В., Кулёв, Д.Х., Велинзон, П.З. Выделение хитин и хитозангликокановых биополимеров из мицелиальных отходов производства лимонной кислоты // Пищевая промышленность. – 2016 – № 11. – С. 30-31.
4. Westers, L., Westers, H., Quax, W.J. *Bacillus subtilis* as cell factory for pharmaceutical proteins: abiotecnological approach to optimize the host organism // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2004. – V. 1694. – P. 299-310.
5. Terpe, K. Overview of bacterial expression systems for heterologous protein production: from molecular and biochemical fundamentals to commercial systems // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2006. – V. 72. – P. 211-222.
6. Bill, R.M. Playing catch-up with *Escherichia coli*: using yeast to increase success rates in recombinant protein production experiments // *Front. Microbiol.* – 2014. – V.5. – P. 85.
7. Биотехнология металлов: практическое руководство / Под ред. Каравайко, Г.И., Росси, Дж., Агате, А., Груздева, С., Авакяна, З.А.– М.: 1989. – 375 с.
8. Каравайко, Г.И., Захарова, В.И., Авакян, З.А., Стрижко, Л.С. Селективное извлечение благородных металлов из растворов микроорганизмами // *Прикл. биохим. и микробиол.* – 1996. – Т. 32 – № 5. – С. 562-566.
9. Илялетдинов, А.Н. Микробиологические превращения металлов. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 268 с.

10. Avery, S.V., Tobin, J.M., Mechanism of Adsorption of Hard and Soft Metal Ions to *Saccharomyces cerevisiae* and Influence of Hard and Soft Anions // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1993. – V. 59. – P. 2851.
11. Vogeli-Lange, R., Wagner, G.J. Subcellular localization of cadmium and cadmium-binding peptides in tobacco leaves: implication of a transport function for cadmium-binding peptides // *Plant. Physiol.* – 1990. – Vol. 92. – P. 1086-1093.
12. Veglio, F. and Beolchini, F., Removal of Metals by Biosorption: A Review // *Hydrometallurgy.* – 1997. – V. 44. – P. 301.
13. Volesky, B. Advances in biosorption of metals: selection of biomass types // *FEMS Microbiol. Rev.* – 1994. – V. 14. – № 4. – P. 291-302.
14. Volesky, B., May-Phillips, H.A. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae* // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 1995. – 42. – P. 797-806.
15. Shumate, S.E., Strandberg, G.W. Accumulation of metal by microbial cells // *Comprehensive Biotechnol.* – 1985. – V. 4. – P. 235-247.
16. Gadd, G.M. Interaction of fungi with toxic metals // *New Phytologist.* – 1993. – V. 124. – № 1. – P. 25-60.
17. Gadd, G.M., White, C. Microbial treatment of metal pollution – A working biotechnology // *Trends in Biotechnol.* – 1993b. – T. 11. – № 8. – P. 353-359.
18. Gadd, G.M. Influence of microorganisms on the environmental fate of radionuclides // *Endeavour.* – 1996. – V. 20, №.4. – P. 150-156.
19. Leusch, A., Holan, Z.R., Volesky, B. Solution and particle effects on the biosorption of heavy metals by seaweed biomass // *Appl. Biochem. And Biotechnol.* – 1996. – V. 61. – № 3. – P. 231-239.
20. Veglio, F., Beolchini, F., Removal of Metals by Biosorption: A Review // *Hydrometallurgy.* – 1997. – V.44. – P. 301.

**Определение содержания синтетических азокрасителей  
в газированных напитках**

**В.М. Ларионова, У.В. Никифорова**

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

В статье раскрывается проблема идентификации и определения содержания синтетических азокрасителей E110 (Жёлтый «солнечный закат») и E122 (Азорубин) в газированных напитках методами тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии. Актуальность исследования определяется необходимостью строгого контроля их содержания в пищевой продукции.

*Ключевые слова:* пищевые красители, азокраситель E110, азокраситель E122, газированные напитки, метод твердофазной экстракции, метод тонкослойной хроматографии, метод спектрофотометрии.

**Determination of the content of synthetic azo dyes in carbonated drinks**

**V.M. Larionova, U.V. Nikiforova**

*Kaluga state university named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga*

The article deals with the problem of identification and determination of the content of synthetic azo dyes E110 (Yellow "sunset") and E122 (Azorubin) in carbonated beverages by thin-layer chromatography and spectrophotometry. The relevance of the study is determined by the need to strictly control their content in food products.

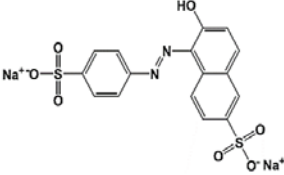
*Keywords:* food colorings, azo dye E110, azo dye E122, carbonated drinks, method solid-phase extraction, method thin layer chromatography, method spectrophotometry.

Синтетические красители широко применяются в пищевой промышленности для придания продуктам насыщенного цвета. В зависимости от класса токсичности они могут вызывать аллергические реакции (сыпь, заложенности носа, отеки) или приводить к более серьезным последствиям, например, возникновению злокачественных опухолей. Поэтому содержание искусственных красителей в продуктах питания должно нормироваться и контролироваться. Для определения содержания

азокрасителей в пищевых продуктах используют методы хроматографии и спектрофотометрии [1].

В целях качественного и количественного определения содержания синтетических пищевых азокрасителей (Желтый «солнечный закат» (E110) и Азурubin (E122)) были выбраны напитки: «Барбарис» производителей «Советский лимонад» и «Алазани», а также «Fantola Mango Trio» – производства «Черноголовка». Для сравнения результатов исследования содержания азокрасителей в исследуемых напитках были приобретены стандартные красители (Жёлтый «солнечный закат» и Азурubin).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика азокрасителей E110 и E122 [4-5]

| Азокраситель                      | Жёлтый «солнечный закат»<br>E110  | Азурubin<br>E122  |
|-----------------------------------|---|---|
| Критерий                          |   |   |
| Вид                               | Гранулы или порошок<br>красно-оранжевого цвета  | Гранулы или порошок<br>темно-бордового цвета  |
| Окрашивание<br>продукта           | От желтого до оранжевого  | От розового до бордового  |
| Структурная<br>формула            |    |    |
| Физико-<br>химические<br>свойства | Натриевая соль, хорошо растворима в воде, умеренно растворима в этаноле, не имеет запаха и вкуса, устойчива к нагреванию (до 150°C), обладает светостойкостью и устойчива к действию кислот и щелочей | Натриевая соль, хорошо растворима в воде, умеренно растворима в этаноле, не имеет запаха и вкуса, устойчива к нагреванию (до 150°C), обладает светостойкостью и устойчива к действию кислот и щелочей |
| Влияние на организм               | Аллерген; оказывает влияние на почки  | Аллерген; оказывает влияние на печень и кору надпочечников  |
| Допустимая<br>суточная<br>норма   | 2,5 мг/кг веса человека   | 4 мг/кг веса человека   |

## Экспериментальная часть

Выделение исследуемых красителей из газированных напитков проводилось методом твердофазной экстракции по ГОСТу 32073-2013 Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в алкогольной продукции (с Поправкой) [2]. Этот метод основан на специфическом взаимодействии определяемого вещества (аналита) с сорбентом, который находится в патроне из химически устойчивого полимера, заполненного оксидом алюминия.

Для доказательства наличия пищевых красителей (E110, E122) в газированных напитках различных производителей использовали тонкослойную (планарную) хроматографию, которая является одним из методов качественного и полуколичественного анализа различных смесей как природного происхождения, так и полученных синтетически. Прежде всего необходимо подобрать элюент, в котором разделение компонентов напитков было бы максимальным.

В процессе анализа было опробовано 7 элюентов: элюент 1 – бутанол-этилацетат-уксусная кислота-вода (5:3:3:3); элюент 2 – диэтиламин-хлороформ-этанол-аммиак (125 г/л) (6:5:6:3); элюент 3 – бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:1); элюент 4 – бензол-этанол-триэтиламин (9:1:1); элюент 5 – соляная кислота (4 моль/л) – вода (1:1); элюент 6 – этанол-вода (1:1); элюент 7 – изопропанол-аммиак (4:1).

Наиболее полное разделение компонентов напитков было в элюентах 1, 3 и 7. На рис. 1 представлено разделение красителей в элюенте 1 (бутанол-этилацетат-уксусная кислота-вода в соотношении 5:3:3:3), где: а – анализируемый краситель (выделенный из напитка); с – стандартный краситель: С<sub>1</sub> – E122, С<sub>2</sub> – E110.

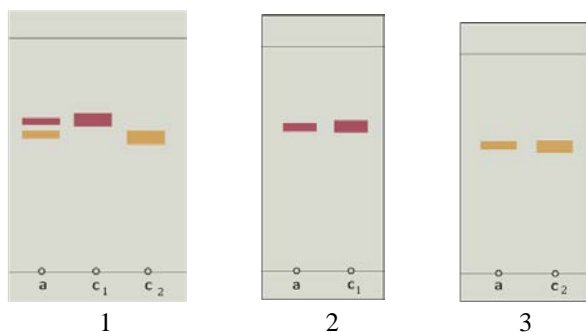




Рисунок 1 – Сравнительные хроматограммы стандартных синтетических красителей с красителями, выделенными из исследуемых напитков: 1 – краситель из напитка «Барбарис» («Советский лимонад»); 2 – краситель из напитка «Барбарис» («Алазани»); 3 – краситель из напитка «Fantola Trio Mango» («Черноголовка»)

В ходе разделения компонентов методом тонкослойной хроматографии были рассчитаны коэффициенты разделения ( $R_f$  – отношение расстояния, пройденного веществом от точки нанесения пробы до центра пятна, к расстоянию, пройденному элюентом от точки нанесения пробы до фронта элюента) в элюентах 1, 3 и 7 (см. табл. 2, 3).

Таблица 2 – Идентификация содержания азокрасителя жёлтый «солнечный закат» (E110) методом тонкослойной хроматографии

| Элюент                                   | Элюент 1        | Элюент 3 | Элюент 7 |
|--|-----------------|----------|----------|
| $R_f$                                    |                 |          |          |
| «Барбарис»<br>(«Советский лимонад»)      | 0,49            | 0,46     | 0,66     |
| «Fantola Mango Trio»<br>(«Черноголовка») | 0,50            | 0,46     | 0,66     |
| Стандартный краситель                    | $0,53 \pm 0,05$ | 0,45     | 0,65     |

Таблица 3 – Идентификация содержания азокрасителя азорубин (E122) методом тонкослойной хроматографии

| Элюент                              | Элюент 1        | Элюент 3 | Элюент 7 |
|-------------------------------------|-----------------|----------|----------|
| $R_f$                               |                 |          |          |
| «Барбарис»<br>(«Советский лимонад») | 0,57            | 0,50     | 0,58     |
| «Барбарис» (Алазани)                | 0,59            | 0,51     | 0,59     |
| Стандартный краситель               | $0,63 \pm 0,05$ | 0,50     | 0,59     |

По совпадению цвета пятен и значений  $R_f$  анализируемых красителей со стандартными образцами можно сделать вывод об их наличии в исследуемых газированных напитках. Таким образом, в напитке «Барбарис» («Советский лимонад») присутствуют азокрасители E110 и 122, «Fantola Mango Trio» («Черноголовка») – E110, «Барбарис» («Алазани») – E122.

Количественное определение содержания пищевых азокрасителей (E110, E122) в газированных напитках различных производителей проводили спектрофотометрическим методом, основанным на измерении спектров поглощения в видимой области электромагнитного излучения. Из

стандартных образцов методом разбавления были приготовлены растворы красителей различной концентрации. Измерена их оптическая плотность. Построены градуировочные графики, отражающие зависимость оптической плотности от концентрации красителя (рис. 2, 3).

Для красителя E110 максимум поглощения наблюдается при длине волны 485 нм, а для E122 – 516 нм [2-3]. Затем измеряли оптическую плотность выделенного красителя из напитка и по графику определяли его концентрацию [1]. На основе полученных данных рассчитано содержание (в мг/л) красителей, выделенных из газированных напитков (табл. 4, 5).

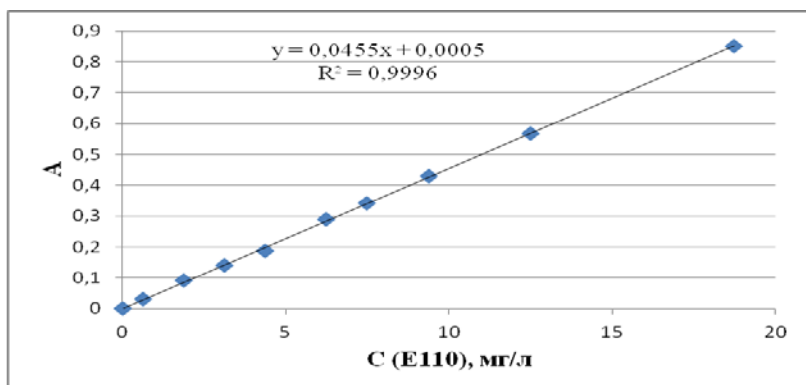


Рисунок 2 – Зависимость оптической плотности от концентрации красителя E110

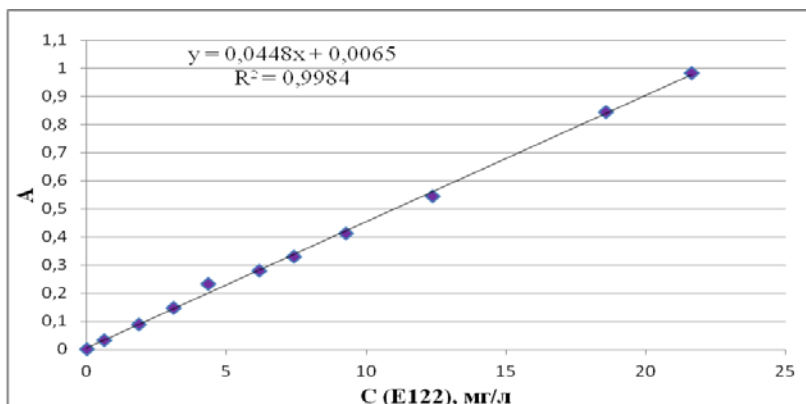


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности от концентрации красителя E122

Таблица 4 – Содержание красителя E110 в газированных напитках

| Показатели                                       | Наименование напитков            |                                       |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|
|  | «Барбарис» («Советский лимонад») | «Fantola Mango Trio» («Черноголовка») |
| Длина волны, нм                                  | 485                              | 485                                   |
| Средняя оптическая плотность (для 3-х измерений) | 0,439                            | 0,469                                 |
| Концентрация, мг/л                               | 9,64                             | 10,30                                 |

Таблица 5 – Содержание красителя E122 в газированных напитках

| Показатели                                       | Наименование напитков            |                        |
|--|----------------------------------|------------------------|
|  | «Барбарис» («Советский лимонад») | «Барбарис» («Алазани») |
| Длина волны, нм                                  | 516                              | 516                    |
| Средняя оптическая плотность (для 3-х измерений) | 0,438                            | 0,834                  |
| Концентрация, мг/л                               | 9,63                             | 18,47                  |

В ходе исследования установлено:

- содержание красителя E110 в напитке «Барбарис» («Советский лимонад») составляет 9,64 мг/л, красителя E122 – 9,63 мг/л;
- содержание красителя E110 в напитке «Fantola Mango Trio» («Черноголовка») составляет 10,30 мг/л;
- содержание красителя E122 в напитке «Барбарис» («Алазани») составляет 18,47 мг/л.

Норма содержания анализируемых красителей для газированных напитков – 50 мг/л. Таким образом, содержание красителей в исследуемых напитках соответствует требованиям, предъявляемым к их качеству.

*Список литературы:*

1. Брынских, Г.Т., Михеева, Л.А., Терехина, Н.В., Брынских, В.Э. Качественное и количественное определение содержания пищевых красителей в газированных напитках // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – № 4. – С. 72-75.

2. ГОСТ 32073-2013 Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в алкогольной продукции (с Поправкой) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200104279>.
3. ГОСТ Р 52671-2006. Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в карамели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200048952>.
4. СанПин 2.3.2.1293-03. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. – М.: Минздрав России, 2003. – 416 с.
5. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. – 2-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 788 с.

УДК 553.7

### **Сульфатные минеральные воды Калужской области**

**А.В. Мешалкин, А.Е. Васюков, В.Н. Антохина**

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

Изучен основной минеральный состав трех источников природных сульфатных минеральных вод, расположенных на территории Калужской области.

*Ключевые слова:* минеральная вода, химический состав, сульфаты, кальций, сероводород, заболевания органов пищеварения.

### **Sulphate mineral waters of the Kaluga region**

**A.V. Meshalkin, A.E. Vasyukov, V.N. Antokhina**

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

The main mineral composition of three sources of sulphate mineral waters located on the territory of the Kaluga region has been studied.

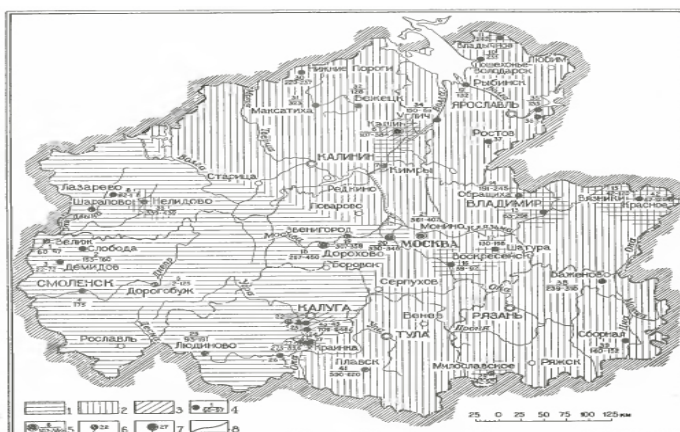
*Keywords:* mineral water, chemical composition, sulfates, calcium, hydrogen sulfide, diseases of the liver and bile ducts.

На территории Калужской области широко распространены природные сульфатные минеральные воды, формирование которых связано с

выщелачиванием гипсоносных отложений, залегающих на глубинах от 50-100 до 300-400 м [1] (рис. 1).

Сульфаты плохо всасываются в желудочно-кишечном тракте и выделяются вместе со стулом. На этом основано действие сульфатов магния и натрия, используемых в качестве слабительных: в связи с их плохой всасываемостью в кишечнике создается высокое осмотическое давление, происходит накопление воды, разжижение содержимого и усиление перистальтики. Сульфатные воды заметно снижают желудочную секрецию, понижая кислотность желудочного сока [2; 3].

Рисунок 1 – Схема расположения основных типов минеральных вод ЦФО [1]



*Районы и участки распространения минеральных вод: 1 – сульфатные с общей минерализацией (ОМ) до 5 г/л; 2 – сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные преимущественно натриево-кальциевые с ОМ от 5 до 20 г/л; 3 – хлоридно-натриевые с ОМ от 20 до 50 г/л; 4-7 – скважины и родники; 8 – граница областей.*

Из 13 месторождений минеральных природных вод Калужской области часть источников с сульфатной водой используется для лечения органов пищеварения (хронические гастриты и колиты, хронические заболевания печени, желчевыводящих путей и др.) и нарушений обмена веществ. Наибольшей известностью пользуется санаторий «Воробьево»

(Малоярославецкий район) и природная минеральная вода «Воробьевская» [4, 5]. Аналогичный «Воробьевской» химический состав имеют минеральные воды «Краинская» №1, №2 и №3, извлекаемые на территории, соседней с Калужской областью (Суворовский район Тульской области) [6] (см. табл. 1).

Таблица 1 – Показатели природных минеральных вод «Воробьевская» и «Краинка»

| Показатель                          | «Воробьевская» | «Краинка» |       |       |       |
|-------------------------------------|----------------|-----------|-------|-------|-------|
|                                     |                | №1        | №2    | №3    | №4    |
| Минерализация, г/л                  | 5,45           | 2,3       | 2,97  | 2,5   | 7,1   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , г/л | 2,4            | 1,67      | 1,91  | 1,04  | 2,81  |
| Cl <sup>-</sup> , г/л               | 1,2            |           |       | 0,217 | 1,878 |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/л | 0,35           | 0,25      | 0,31  | 0,482 |       |
| Ca <sup>2+</sup> , г/л              | 0,61           | 0,585     | 0,54  | 0,65  | 0,652 |
| Mg <sup>2+</sup> , г/л              | 0,30           | 0,049     | 0,209 |       | 0,163 |
| Na <sup>+</sup> , г/л               | 0,70           |           |       | 0,706 | 1,593 |
| pH                                  | 7,0-7,2        | 7,1       | 7,35  | 7,35  | 7,6   |
| Температура, °С                     | 12             | 7,4       | 7,4   | 11    | 14    |
| Дебит, л/с                          | 0,86           | 11,1      | 1,5-8 | 2,5   | 1,69  |

В окрестностях г. Калуги находятся два минеральных источника сульфатных вод: Резванский минеральный источник (Сероводородные озера) [7, 8] (см. рис. 2) и малоизвестный минеральный источник в п. Росва (см. рис. 3). В воде обоих источников содержится незначительное количество сероводорода (менее 0,1 мг/л), который может быть легко удален за счет окисления путем аэрирования воды в соответствии с химической реакцией:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  [9].

Следует сказать, что в ранних сообщениях о воде всех трех источников отмечалось, что она обладала относительно сильным сероводородным запахом, чего нельзя сказать об их современном состоянии. Снижение концентрации сероводорода в этих минеральных водах можно объяснить тем, что постепенно были исчерпаны органические вещества в гипсоносных породах, служащие пищей для сульфатвосстанавливающих бактерий, выделяющих сероводород в результате своей жизнедеятельности.

Рисунок 2 – Расположение Резванского минерального источника

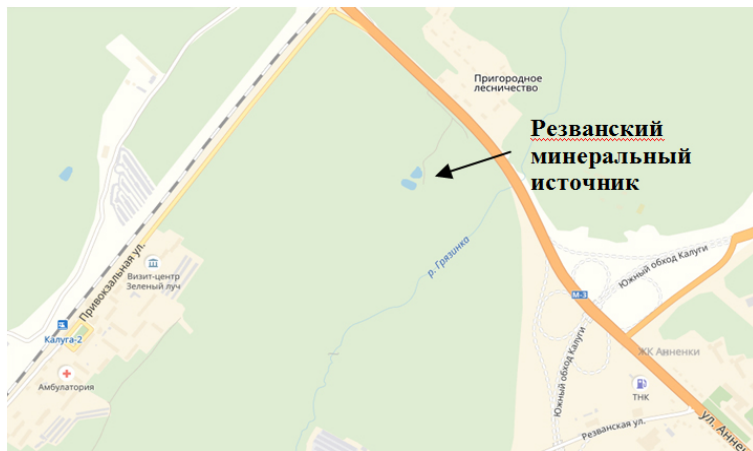
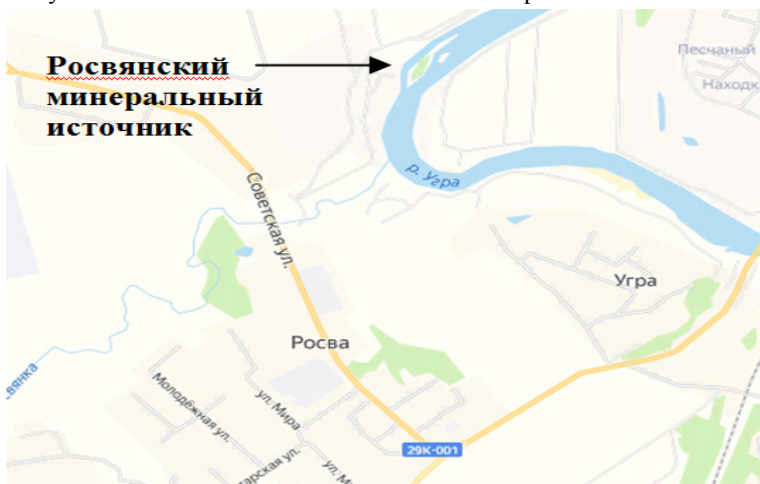


Рисунок 3 – Расположение Росвянского минерального источника



Резванский минеральный источник хорошо обустроен и широко используется местным населением для проведения процедур закаливания, так как температура его воды независимо от времени года колеблется в очень небольших пределах, составляя +8,1...+9,5 °С.

Росвянский минеральный источник, образованный в результате бурения скважины в 1957 году, находится на берегу реки Угры, недалеко от

впадения в неё речки Росвянки. Дно водоема, образованного этим родником, покрыто светлыми кусочками известняка.

Лабораторные исследования воды Росвянского минерального источника, а также Пафнутьевского родника в Оптиной пустыни (рис. 4), были нами осуществлены следующими методами: сухой остаток – гравиметрически [10], содержание ионов жесткости – комплексометрически [11, 12], гидрокарбонат-анионов – методом кислотно-основного титрования [13], хлоридов – аргентометрически [14], содержание сероводорода и гидросульфид-анионов – иодометрически [15], сульфатов – турбидиметрически [16], железа общего [17] и марганца [18] – фотометрически, натрия и нитрат-анионов – потенциометрически [19].

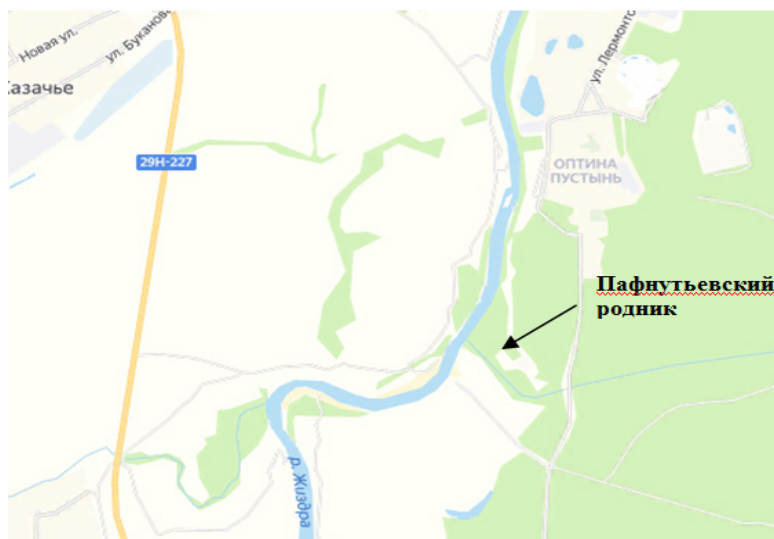


Рисунок 4 – Расположение Пафнутьевского родника в Оптиной пустыни

Исследования показали, что изученные воды по основному минеральному составу аналогичны «Воробьевской», «Краинке» и воде Резванского минерального источника (табл. 2). Вода во всех трех природных минеральных источниках сульфатная кальциевая, почти не содержащая сероводорода и сульфидов.



Таблица 2 – Показатели природных сульфатных минеральных вод Резванского (1), Росвянского (2) и Пафнутьевского (3) минеральных источников

| Показатель                                | 1     | 2    | 3     |
|---|-------|------|-------|
| Минерализация, г/л                        | 3,5   | 2,6  | 2,5   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , г/л       | 2,00  | 1,51 | 1,47  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/л       | 0,35  | 0,31 | 0,22  |
| Cl <sup>-</sup> , г/л                     | 0,15  | 0,09 | 0,02  |
| Ca <sup>2+</sup> , г/л                    | 0,87  | 0,58 | 0,56  |
| Mg <sup>2+</sup> , г/л                    | 0,025 | 0,12 | 0,075 |
| Na <sup>+</sup> , г/л                     | 0,11  | 0,06 | 0,01  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л       | <0,2  | 28   | 14    |
| Fe общее, мг/л                            | <0,1  | <0,1 | <0,1  |
| Mn <sup>2+</sup> , мг/л                   | <0,1  | <0,1 | <0,1  |
| (H <sub>2</sub> S+HS <sup>-</sup> ), мг/л | <0,1  | <0,1 | <0,1  |
| pH  | 7,1   | 7,2  | 7,0   |
| Температура, °С                           | 8,8   | 10,5 | 10,4  |

*Список литературы:*

1. Гидрогеология СССР / В 45 т.: Т.1. – М.: Недра, 1966. – 424 с.
2. Клиническая фармакология: национальное руководство / под ред. Ю.Б. Белоусова и др. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 976 с.
3. Крыжановский, С.А. Фармакология / В 2 т.: Т. 2. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
4. Минеральная вода «Воробьевская» – эффективное лечебное средство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vorobjovo.com/therapy/mineral-water.html>.
5. Минеральные воды Калужской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.kurortmag.ru/dictionary/M/Mineralnie\\_vodi\\_Kaluzhskoj\\_oblasti/](https://www.kurortmag.ru/dictionary/M/Mineralnie_vodi_Kaluzhskoj_oblasti/).
6. Минеральные воды санатория «Краинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.krainka.ru/cure/methods/mineral/](http://www.krainka.ru/cure/methods/mineral/)
7. Мешалкин, А.В., Гаврилина, Е.А., Смоленский, В.А. Резванский минеральный источник: химический состав воды и возможность ее употребления в качестве питьевой // Состояние и охрана окружающей

- среды в Калуге: сборник материалов. – Калуга: Экоаналитика», 2019. – 90 с.
8. Мешалкин, А.В., Гаврилина, Е.А. Природные минеральные воды на территории Калужской области // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: сборник материалов. – Калуга: Экоаналитика», 2020. – С. 36-37.
  9. Золотова, Е.Ф., Асс, Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. – М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.
  10. ПНД Ф 14.1: 2.114-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293808/4293808591.htm>.
  11. ПНД Ф 14.1: 2.95-97. Методика выполнения измерений содержаний кальция в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200044245>
  12. ПНД Ф 14.1: 2.98-97. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200044241>.
  13. ПНД Ф 14.2.99-97. Методика выполнения измерений содержаний гидрокарбонатов в пробах природных вод титриметрическим методом. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200044239>.
  14. ПНД Ф 14.1: 2.96-97. Методика выполнения измерений содержаний хлоридов в пробах природных и очищенных сточных вод аргентометрическим методом. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200044244>
  15. Новиков, Ю.В., Ласточкина, К.О., Болдина, З.Н. Методы определения вредных веществ в воде водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 256 с.
  16. ПНД Ф 14.1: 2:4.50-96. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах

- фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/898902517>.
17. ПНД Ф 14.1: 2.61-96. Методика измерений массовой концентрации марганца в природных и сточных водах фотометрическим методом с персульфатом аммония [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808606.htm>.
  18. ПНД Ф 14.1: 2.159-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200075508>.
  19. Козицина, А.Н. Электрохимические методы анализа. – Екатеринбург: УГУ, 2017. – 125 с.

**Ожэ-анализ поверхности теллурида кадмия**

**В.В. Парамонов<sup>1</sup>, Н.Н. Михеев<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,*

*<sup>2</sup>ЛКМ ИК РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН*

Изучены состояние и элементный состав поверхности теллурида кадмия после травления в бром-спиртовых растворах методом Ожэ-спектроскопии. Изучено влияние концентрации брома на соотношение элементов на поверхности теллурида кадмия. Установлено, что образующийся обогащенный теллуридом поверхностный слой легко восстанавливается в водороде при температуре 420°C, что обеспечивает атомарно чистую поверхность стехиометрического состава в условиях эпитаксиального наращивания слоев.

*Ключевые слова:* теллурид кадмия, травление, теллур, бром-изобутанол, ожэ-спектроскопия.

**Analysis of the surface of cadmium telluride after chemical etching**

**V.V. Paramonov<sup>1</sup>, N.N. Mikheev<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Kaluga branch of Bauman Moscow state technical University,*

*<sup>2</sup>LCM IC RAS-branch of the Federal research center "Crystallography and Photonics" of the Russian Academy of Sciences*

The state and elemental composition of the surface of cadmium telluride after etching in bromine-alcohol solutions were studied by Oge-spectroscopy. The effect of bromine concentration is studied on the ratio of elements on the surface of cadmium telluride. It is established, that the resulting tellurium-rich surface layer is easily reduced in hydrogen at a temperature of 420°C, which provides an atomically clean surface of stoichiometric composition under conditions of epitaxial layer build-up.

*Keywords:* cadmium telluride, etching, tellurium, bromine isobutanol, age-spectroscopy.

**Введение**

Теллурид кадмия (CdTe) является перспективным полупроводниковым материалом для изготовления устройств интегральной оптики, преобразователей солнечной энергии, дозиметров и счетчиков гамма-

квантов, приборов инфракрасной техники [1-3]. Большое значение в этой связи приобретают вопросы совершенствования технологии получения чистой поверхности с неизменным стехиометрическим составом на основе контроля степени очистки поверхности от загрязнений, остатков химических реактивов, собственных окислов. При химическом травлении подложек теллурида кадмия перед эпитаксиальным наращиванием традиционно используются бром-спиртовые растворы.

В результате взаимодействия CdTe с травящим раствором (наиболее распространен бром-метанол) на поверхности полупроводника образуется обогащенный теллуром слой. Однако получить требуемую поверхность CdTe стехиометрического состава относительно свободную от загрязнений химическими методами не удается или достаточно сложно, причем мнения на этот счет расходятся [4-5]. Для удаления обогащенного теллуром приповерхностного слоя после травления CdTe в растворах на основе брома использовался термический отжиг в водороде [6-8]. В работе [9] рассмотрен вопрос о влиянии концентрации брома в растворе на глубину области, обедненной по Cd. В работе [10] изучалась система CdTe/Br<sub>2</sub> – изобутанол в процессе химико-механической полировки поверхности.

Целью настоящей работы являлось проведение методом электронной Оже-спектроскопии (далее – ЭОС) сравнительного анализа состава поверхности монокристаллических подложек CdTe ориентации (111) А и (111) В после химического травления в растворе бром-метанол и в растворе бром-изобутанол и изучение влияния концентрации брома в растворе, последующего отжига в водороде на стехиометрию состава поверхности.

#### Постановка задачи

Исследования поверхности подложек CdTe (111) А и (111) В проводились в камере электронного Оже-спектрометра 09 ИОС-20-005, оснащенной анализатором типа «цилиндрическое зеркало», ионной пушкой для послойного травления, устройством для осуществления вакуумного скола кристалла. Давление остаточных газов в камере во время измерений было не хуже 10<sup>-7</sup> Па, при ионной бомбардировке - 4·10<sup>-3</sup> Па. Определение сторон А и В производилось в идентифицирующем травителе на основе азотной и плавиковой кислот, как в работах [11-12], и подтверждалось нашими данными, полученными при исследовании методом ЭОС атомарно чистых поверхностей CdTe (111) А и (111) В после ионной очистки.

Травление образцов, прошедших химико-механическое полирование, производилось при комнатной температуре в растворе брома (2 и 5% вес.) в

изобутаноле или растворе брома (5% вес.) в метаноле в течение 5 мин., что обеспечивало глубину травления 2-3 мкм. После травления промывка поверхности осуществлялась в изобутаноле или метаноле марок ОСЧ соответственно и сушка в горячем растворителе. Отжиг проводился в реакторе при температуре 420-425°C в течение 5 мин. в атмосфере водорода. Концентрация элементов в приповерхностном слое определялась по интенсивностям оже-сигналов Cd (376 эВ), Te (483 эВ), C (272 эВ), Br (55 эВ) методом коэффициентов элементной чувствительности с учётом кристаллографической ориентации, как и в работе [10]. Регистрация оже-спектров производилась при параметрах первичного пучка электронов  $E_p = 3$  КэВ,  $j = 50$  мА/см<sup>2</sup>, постоянной модуляции  $M = 1$  В.

#### Основная часть

Для выяснения влияния состава травителя на состояние поверхности CdTe использовали данные ЭОС, которые суммированы в следующей таблице (табл. 1).

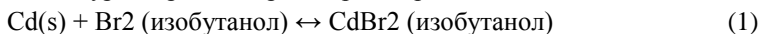
Таблица 1 – Состояние поверхности подложек CdTe (111) на различных этапах подготовки к эпитаксиальному наращиванию

| № п/п | Технологическая операция                        | Ориентация соединений A <sub>2</sub> B <sub>6</sub> | Концентрация элементов в приповерхностном слое, ат. % и соотношение концентраций Cd и Te |    |      |      |       |
|-------|---|---|--|----|------|------|-------|
|       |   |   | Cd   | Te | C    | Br   | Cd/Te |
| 1.    | Бром-изобутанол 5% без промывки                 | A   | 21,5   | 25 | 32   | 21,5 | 0,86  |
|       |   | B   | 22   | 32 | 19   | 27   | 0,69  |
| 2.    | Бром - изобутанол 2%                            | A   | 31   | 58 | 11   |      | 0,53  |
|       |   | B   | 29   | 56 | 15   |      | 0,52  |
| 3.    | Бром - изобутанол 5%                            | A   | 20   | 62 | 18   |      | 0,32  |
|       |   | B   | 15   | 63 | 22   |      | 0,24  |
| 4.    | Бром – метанол 5%                               | A   | 22,5   | 45 | 32,5 |      | 0,50  |
|       |   | B   | 21   | 45 | 34   |      | 0,47  |
| 5.    | Бром – спирт-отжиг H <sub>2</sub> 420°C, 5 мин. | A   | 28   | 30 | 42   |      | 0,93  |
|       |   | B   | 30,5   | 29 | 40,5 |      | 1,05  |

Нами установлена следующая корреляция между концентрацией брома в спирте и толщиной обогащенного теллуром приповерхностного слоя: рост

толщины слоя с увеличением концентрации брома в растворе (оп.2 и 3), что отличается от данных работы [9]. Такую зависимость между концентрацией брома и толщиной обогащенного теллуром слоя можно объяснить, рассматривая выводы работ [10,13] относительно кинетики химического взаимодействия в системе CdTe/Br<sub>2</sub> – спирт и реакций, протекающих на границе твердое тело-раствор.

На поверхности монокристалла протекает взаимодействие атомов кадмия и теллура с бромом в растворе спирта.



Реакции имеют различные порядки реакции  $n$  по концентрации брома: псевдопервый для поверхностных атомов Cd и псевдovторой – для атомов Te. Это означает, что при одинаковых эффективных концентрациях Cd и Te, определяющихся соотношением числа поверхностных атомов и объемом раствора, которое поддерживается постоянным, скорости реакции (1) и (2), должны быть пропорциональны с определенными константами скорости концентрации Br<sub>2</sub> в растворе в степени  $n$ .

Из таблицы видно, что при высоких концентрациях Br<sub>2</sub> в растворе в большей мере проявляется анизотропная природа реакций при взаимодействии Cd и Te с бромом на стороне А и В (сравните оп.2 и 3). Кадмий имеет большую вероятность взаимодействия с атомами брома, и он переходит в раствор быстрее, в результате поверхность обогащается теллуром.

Следует отметить, что CdBr<sub>2</sub> растворяется в спиртах, при этом его растворимость увеличивается в ряду спиртов, т.е. в изобутаноле эта величина больше, чем в метаноле. Вероятно, этим объясняется меньшее соотношение концентраций атомов Cd/Te на поверхности после травления в бром-изобутаноле (~0,3) в отличие от соотношения концентраций элементов на поверхности при использовании раствора бром-метанола той же концентрации (~0,5) (сравните оп. 3 и оп. 4.).

Полученные нами результаты практически совпадают с результатами работы [14], выполненной также методом ЭОС (соотношение Cd/Te ~ 0,58; ат. конц. С – 17% для монокристалла CdTe ориентации (111) А. Известно, что ионы адсорбируются на кристаллической поверхности сильнее, если они образуют труднорастворимое или слабодиссоциирующее соединение. Это, видимо, наблюдается в нашем случае ионов брома и TeBr<sub>4</sub>. Наблюдаемые закономерности подтверждают наши данные анализа элементного состава

поверхности CdTe непосредственно после операции травления без последующих промывок (оп.1). Из таблицы видно, что на Те – стороне (сторона) остается большее количество брома (до 27 ат. %). Все эти факторы способствуют усилению анизотропного взаимодействия атомов поверхности теллурида кадмия с бром-спиртовым травителем.

Прогрев образцов, прошедших химическое травление в бром-спиртовом растворе при температуре 420-425°C в течение 5 минут в атмосфере H<sub>2</sub>, ведет к удалению поверхностного слоя теллура в результате образования летучего соединения H<sub>2</sub>Te (оп. 5). Полученные нами результаты близки к данным работы [6], полученным методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, где после отжига при таких условиях для поверхности CdTe ориентации (111) В соотношение концентраций Cd/Te несколько выше, чем для поверхности стехиометрического состава, что, вероятно, связано с дефицитом атомов теллура в верхнем слое, возникающем вследствие ухода теллура в виде H<sub>2</sub>Te.

Что касается состояния поверхности после Br-спиртового травления, то в работе [6] найдено соотношение концентраций Cd/Te для CdTe (111) А равно 0,57, для Cd/Te (111) В – 0,44, в наших условиях эксперимента эта разница не столь заметна 0,53 и 0,52 соответственно. Возможно, это связано с количественной оценкой оже-сигналов для поверхности (111) А и (111) В с учетом элементной чувствительности атомов Cd и Te, как это было сделано в работе [10].

Можно отметить, что результаты авторов (4), полученные методом ЭОС для CdTe (111) В, показывают присутствие большого количества кислорода (до 12,5 ат. %) на поверхности как на этапе бром-спиртового травления, так и после отжига в водороде (460°C, 1 час). Однако в наших условиях проведения опытов оже-сигнал кислорода в области 500 эВ не наблюдался (рис. 1), что может быть связано с тем, что при промывке и сушке после травления не использовались растворители, содержащие воду, и перенос образцов в камеру спектрометра осуществлялось сразу после операций химического травления или отжига. Такой технологический прием позволяет совместить водородный отжиг и эпитаксиальное наращивание в едином технологическом цикле.



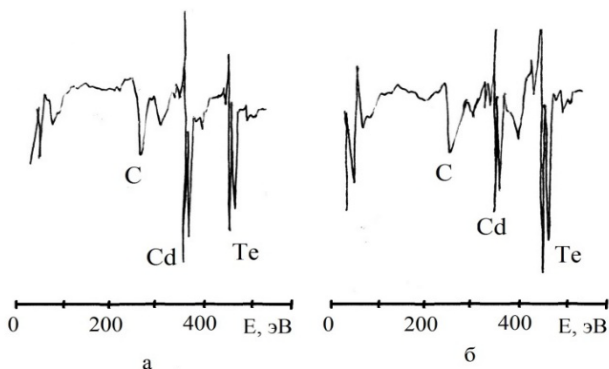


Рисунок 1 – Вид оже-спектра поверхности CdTe (111 А:) а) после химического травления; б) после отжига в водороде

Таким образом, в работе изучено влияние концентрации брома в спиртовом растворе на количественный состав поверхности подложек CdTe. Показано, что использование изобутилового спирта в качестве растворителя дает идентичное соотношение концентраций элементов Cd и Te на поверхности, как в случае традиционно используемого метилового спирта.

Подтверждена эффективность удаления обогащенного теллуром приповерхностного слоя путем отжига в атмосфере водорода. Такие условия практически реализуются в реакторе непосредственно перед эпитаксией, что с большой долей вероятности дает основание полагать, что химическое травление в растворе на основе брома с последующим отжигом в водороде обеспечивает наличие атомарно чистой поверхности CdTe стехиометрического состава на момент начала эпитаксии.

*Список литературы:*

1. Kozhitov, L.V., Kosushkin, V.G., Krapuhin, V.V. Parkhomenko, Yu. Materials Technology micro- and nanotechnology. – М.: MISA, 2007. – 544 p.
2. Atuchin, V.V., Borisov, S.V., Magsrill, S.A., Pervukhina, N.Y. Crystal structure premises to epitaxial contacts for a series of mercury – containing compounds // J. of Crystal Growth. – 2011. – V.318. – P.1125-1128.
3. Парамонов, В.В., Новикова, О.В., Косушкин, В.Г. Химическое травление и термообработка структур теллурида кадмия-ртути // Нелинейный мир. – 2017. – Т. 15. – № 4. – С. 64-68.

4. Amitharaj, P.M., Pollak, F.H. Raman scattering study of the properties and removal of excess Te on CdTe surfaces // *Appl. Phys. Lett.* – 1984. – Vol.45. – №7. – P. 789-791.
5. Aspnes, D.E. Arwin, H. Nondestructive analysis of  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  ( $x=0.00, 0.20, 0.29$  and  $1.00$ ) by spectroscopic ellipsometry // *J. Vac. Sci. and Technol.* – 1984. – Vol. A2. – №3. – P. 1309-1315.
6. Haring, J.-P., Werthen, J.G., Bube, R.H., Gulbrandsen, L., Jansen, W., Luscher P. Study of cleaved, oxidized, etched, and heat-treated CdTe surfaces // *J. Vac. Sci. Technol.* – 1983. – Vol. A1. – №3. – P. 1469-1472.
7. Astles, M., Blackmore, G., Steward, V., Rodway, D.C., Kirton, P. The use of in-situ wash melts in the LPE growth of (CdTe) Te // *J. Cryst. Growth.* – 1987. – Vol.80. – №1. – P. 1-8.
8. Hails, J.E., Russell, G.J., Brinkman, A.W., Woods, J. Twin nucleation in layers of CdTe on {111} CdTe grown by metalorganic vapour-phase epitaxy // *J. Appl. Phys.* – 1986. – Vol. 60. – №7. – P. 2624-2625.
9. Danaher, W.J., Lyons, L.E., Marychurch, M., Morris, G.S. Chemical etching of crystal and thin film cadmium telluride // *Appl. Surf. Sci.* – 1986. – Vol. 27. – №3. – P. 338-354.
10. Парамонов, В.В., Михеев, Н.Н. Анализ поверхности теллурида кадмия после химического травления // *Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Серия: Естественные и технические науки.* – Калуга: Издательство КГУ имени К.Э. Циолковского, 2020. – С. 351-357.
11. Myers, I.H., Ormond, J.F. Growth of low dislocation density CdTe films on hydroplaned CdTe substrates by molecular beam epitaxy // *J. Vac. Sci. Technol.* – 1983. – Vol. A1. – №1. – P. 1598-1601.
12. Hails, J.E., Russell, G.J., Brown, P.D., Brinkman, A.W., Woods, J.A. Comparison of the structure of CdTe and (Hg, Cd) Te layers grown by MOVPE on {111} A and {111} B CdTe substrates // *J. Cryst. Growth.* – 1987. – Vol. 86. – № 1-4. – P.516-521.
13. Patterson, M.H., Williams, R.H. Surface layers on cadmium telluride // *J. Phys. D: Appl. Phys.* – 1978. – Vol. 11. – №5. – P. 83-86.
14. Feldman, R.D., Opila, R.L., Bridenbaugh, P.M. Auger electron spectroscopic study of the etching of cadmium telluride and cadmium manganese telluride // *J. Vac. Sci. Technol.* – 1985. – Vol. A3. – №5. – P. 1988-1991.

**Формирование химической компетентности учащихся в процессе выполнения учебно-исследовательской деятельности**

**С.О. Пустовит, А.В. Чубатова**

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

На примере исследования и изготовления клеев на природной основе рассматриваются особенности организации учебно-исследовательской работы учащихся по химии. Демонстрируются возможности формирования предметных и метапредметных результатов обучения – межпредметных понятий и универсальных учебных умений – как компонентов химической компетентности, реализуемые на занятиях элективного курса.

*Ключевые слова:* химическая компетентность, предметные и метапредметные результаты обучения, учебно-исследовательская деятельность, химический эксперимент.

**Formation of school students' ability to solve creative experimental problems in chemistry**

**S.O. Pustovit, A.V. Chubatova**

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

On the example of research and production of adhesives on a natural basis, the features of the organization of educational and research work of school students in chemistry are considered. The possibilities of forming subject and metasubject learning outcomes – intersubject concepts and universal learning skills - as components of chemical competence, implemented in the elective course classes, are demonstrated.

*Keywords:* chemical competence, subject and metasubject learning outcomes, educational and research activities, chemical experiment.

Формирование химической компетентности учащихся связано с созданием условий применения знаний и умений для решения познавательных задач прикладного характера. Наибольшие возможности в развитии умений, составляющих предметную основу компетентности, в общеобразовательной школе предоставляют занятия элективного курса, которые позволяют значительно расширять содержание изучаемых вопросов. При этом, с методической точки зрения, особый интерес представляет исследование

учащимися реальных объектов, используемых в жизни человека. Их сложный химический состав обуславливает комплексность подхода в применении обучающимися предметных и метапредметных умений. Они составляют соответственно инструментальный и методологический компоненты компетенции и необходимы для эффективного формирования у учащихся целостных представлений о роли химической науки в жизни человека. Примерами таких объектов являются клеи, которые незаменимы для выполнения работ в различных сферах жизни.

Изучение вопросов, связанных с изготовлением и исследованием химического состава клеев различного назначения, целесообразно осуществлять в процессе выполнения учебно-исследовательской деятельности обучающихся 10-11 классов. Данная работа позволяет осуществлять проблемное обучение и рассчитана на несколько учебных занятий. Выбранный подход обеспечивает создание условий для формирования межпредметных понятий, таких как «углеводы» и «белки» в процессе освоения теоретических основ прикладных аспектов химии, а также метапредметных умений, в частности: формулировать гипотезу, осуществлять поиск решения, работать с различными источниками информации, оценивать собственную деятельность и полученный результат. Поэтому при организации учебно-исследовательской деятельности школьников на занятии элективного курса нами создаются соответствующие условия для возникновения проблемной ситуации.

Многие клеи представляют собой сложные композиции веществ и часто содержат токсичные компоненты, например, органические растворители (ацетон, толуол и др.). При этом многие синтетические клеи появились недавно в связи с быстрым развитием химической промышленности. Активное совершенствование их составов в последнее время связано с резким скачком в ряде научных областей. В результате, с одной стороны, в жизни человека, в том числе в быту, появляются новые материалы, которые необходимо соединять между собой, с другой стороны, обновление и поиск новых составов клеев приводит к применению соединений, которые более эффективны по сравнению с используемыми ранее. Но при этом такие новые клеи не всегда безопасны для здоровья человека и окружающей среды.

Поэтому одним из решений проблемы является обращение к истории: в жизни человека клеи применяются давно и могут быть легко изготовлены самостоятельно из доступных компонентов. Исходным сырьем часто служат

природные материалы. Поэтому в учебном исследовании ориентируем учащихся на поиск способов приготовления клеев из них. В результате формулируем следующую проблемную задачу.

**Задача.** Предложите способы изготовления клеев на основе природных материалов, которые можно применять для соединения бумаги и картона.

Решение задачи включает изучение школьниками химического состава клеев для соединения бумаги и картона, производимых промышленностью, изготавливаемых на природной и синтетической основе и их сравнение. Выбор нами именно бумаги и картона в качестве объектов для склеивания связаны с тем, что учащиеся ежедневно имеют с ними дело, поэтому такая проблема им интересна. В качестве критериев сравнения выделяем следующие: 1) химическая природа клеящего вещества, его химическая формула; 2) другие компоненты; 3) механизм клеящего действия; 4) соединяемые материалы; 5) качество клеевого соединения; 6) токсичность клея (см. табл. 1).

Для склеивания бумаги и картона могут быть использованы следующие клеи, широко представленные на рынке товаров (табл. 1). Предлагаем учащимся исследовать их химический состав и выявить способы доказательства наличия в них соответствующих связующих компонентов. Для этого на основе информации из различных источников, включая ресурсы интернета, учащиеся самостоятельно выявляют особенности строения, свойств и механизм их клеящего действия.

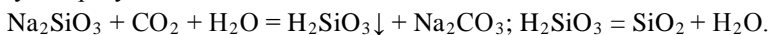
Таблица 1 – Сравнение химического состава клеев

| Клей<br>Критерий   | Силикатный клей   | Канцелярский<br>клей ПВА  | Суперклей<br>(цианоакрилатный<br>клей)   |
|--|---|---|--|
| Химическая природа клеящего вещества, его химическая формула | Силикаты натрия и калия<br>$\text{Na}_2\text{SiO}_3, \text{K}_2\text{SiO}_3$      | Поливинилацетат (ПВА)<br>$(-\text{CH}_2-\underset{\text{OСОСН}_3}{\text{CH}}-)_n$             | Эфир $\alpha$ -цианоакриловой кислоты и одноатомных спиртов, например, метил-2-цианоакрилат (МЦА) или этил-2-цианоакрилат (ЭЦА)<br>$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{C}}{\underset{\text{  }}{\text{N}}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OR}$ |
| Другие компоненты  | вода  | органические растворители (этилацетат, др.), пластификаторы (дибутилфталат), консерванты, др. | активаторы, пластификаторы (дибутилфталат), загустители ( $\text{SiO}_2$ , др.   |
| Механизм клеящего действия                                   | под действием $\text{CO}_2$ выделяются кремниевые кислоты, которые обезвоживаются | испарение растворителя  | анионная полимеризация   |
| Соединяемые материалы  | бумага, картон  | бумага, картон  | пластмасса, картон, резина, др.  |
| Качество клеевого соединения                                 | хрупкое соединение, при высыхании оставляет на бумаге и картоне жёлтые следы      | пластичное и эластичное соединение  | прочное, устойчивое к изгибам и растяжениям, но ломкое соединение  |
| Токсичность клея   | не токсичен   | умеренно токсичен – безвреден для кожи рук  | мономеры цианоакрилата токсичны (до затвердения клея)  |

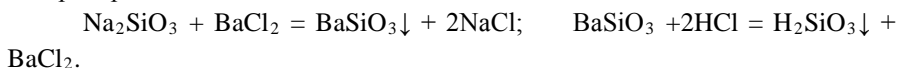
Выводом к поисковой работе являются планирование и проведение учащимися следующих химических опытов, проводимых с целью убедиться в химической природе действующих компонентов рассмотренных клеев.

Опыт 1. Силикатный клей.

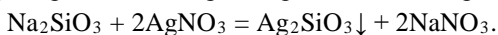
В 4 пробирки поместите по 0,5 мл силикатного клея и по 0,5 мл дистиллированной воды. В 1-ю пробирку внесите 0,5 мл 5% раствора соляной кислоты. Образуется прозрачный студенистый осадок кремниевой кислоты:  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ . Аналогично происходит твердение клея на воздухе в результате действия на него  $\text{CO}_2$ :



Во 2-ю пробирку добавьте 0,5 мл 5% раствора хлорида бария и 0,5 мл 5% раствора соляной кислоты. Выпадает белый осадок силиката бария, который разлагается под действием кислоты:



Исследуйте содержимое 3-й пробирки при помощи раствора нитрата серебра. При наличии в растворе силикатов образуется осадок жёлтого цвета:



Содержимое 4-й пробирки испытайте при помощи спиртового раствора фенолфталеина и универсальной индикаторной бумаги. Развивается малиновое окрашивание, значение pH свидетельствует о сильнощелочной среде раствора:  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$ .

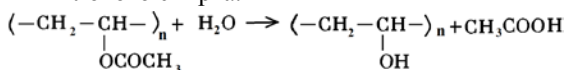
Вывод: силикатный клей содержит соли кремниевой кислоты.

Опыт 2. Клей ПВА.

В 2 пробирки поместите по 0,5 мл клея ПВА и по 0,5 мл дистиллированной воды. В 1-ю пробирку добавьте 0,5 мл 5% раствора соляной кислоты, а во 2-ю – 0,5 мл 5% раствора гидроксида натрия. Растворы перемешивайте непродолжительно и аккуратно, поскольку интенсивное перемешивание и избыток кислорода приводит к деструкции цепи полимера. Через 15 мин. в 1-ю и 2-ю пробирки добавьте по 3 мл 0,1 н. раствора иода в KI.

Поливинилацетат при добавлении иода даёт красное окрашивание, а поливиниловый спирт, который образуется в результате кислотного или щелочного гидролиза и содержит не менее 3% ацетильных групп, подобно крахмалу, даёт при добавлении раствора иода синее окрашивание. Причина окраски – иодирование молекул полимеров [4-5].

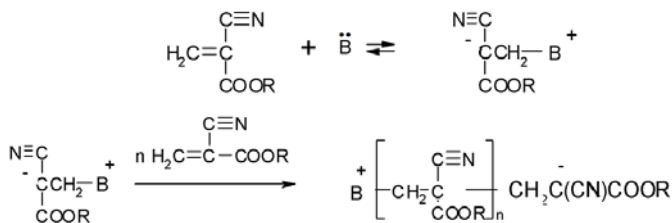
**Вывод:** в результате действия небольших количеств кислоты или щёлочи при комнатной температуре происходит гидролиз поливинилацетата с выделением поливинилового спирта.



Свойство неустойчивости поливинилацетата в присутствии небольших количеств кислот или щелочей при обычных и близких к ним температурах (30-40°C) применяют для промышленного производства поливинилового спирта. Образующийся продукт применяют при изготовлении тканей, бумаги, клеев и других целей.

**Опыт 3.** Суперклеи (цианакрилатные клеи).

На лист плотного картона (размером примерно 3x10 см) поместите рядом 3 капли суперклея диаметром около 7-10 мм. В центр первой капли внесите кристаллик аланина, в центр второй – 1 каплю дистиллированной воды, а 3 каплю оставьте без добавок. Уже через 1 мин видны центры кристаллизации клея, который в них становится светлее. Вода и аминокислота ускоряют процесс твердения, являясь катализаторами анионной полимеризации, значит, затвердевания клея [2]:



Пояснение. В – условное обозначение катализатора, содержащего неподелённую электронную пару.

Через 1 мин. сравните действие клея с катализаторами (вода, аминокислота) и без них: на капли клея сверху положите по небольшому листу картона, прижмите. Проверьте прочность соединения через 2 мин.

Цианакрилат способен к полимеризации по С=С-связи. Полимеризация происходит под действием слабых оснований, в том числе воды, аминогрупп аминокислот, гидроксилсодержащих соединений. К сплошному отверждению «суперклея» обычно приводит влага, адсорбированная на склеиваемых поверхностях или в поверхностных слоях материала. Этим также объясняется



быстрое и прочное склеивание пальцев рук: потовые выделения содержат воду и следы аминокислот [7].

В результате проведённого исследования учащиеся делают вывод о возможности и необходимости приготовления клея с нетоксичными компонентами. Дальнейшее изучение справочной информации показывает, что достаточно просто изготовить их самостоятельно. Наиболее доступными компонентами являются природные полимеры природного происхождения.

В различных источниках приводится описание видов и химического состава клеев на основе веществ природного происхождения. Наиболее известными являются смеси на основе крахмала, чаще всего получаемого из картофеля или кукурузы, а также из казеина, присутствующего в молоке и кисломолочной продукции. Крахмал и казеин можно применять для изготовления клеев, экологически безопасных и безвредных для человека.

Перед приготовлением учащиеся изучают химический состав предлагаемых клеев и основы их связующего действия.

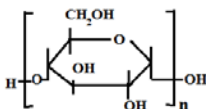
Вопросы беседы.

1. Что представляют собой крахмал и казеин по химической природе? – Крахмал и казеин – это природные полимеры.

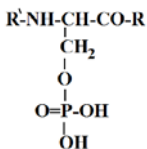
2. Что такое «полимеры»? Почему их относят к высокомолекулярным соединениям (ВМС)?

3. Какие физические, физико-химические и химические свойства проявляют ВМС? (Учащиеся осуществляют поиск информации, используя различные источники.)

4. К каким классам химических соединений относят крахмал и казеин? – Крахмал относится к углеводам и представляет собой полисахарид, мономерное звено которого представлено остатками  $\alpha$ -глюкозы, соединённые при помощи  $\alpha$ -1,4-гликозидных связей:



Казеин является сложным белком (фосфопротеином), в котором фосфатные остатки соединяются с серином сложноэфирной связью:



5. В чём состоит причина клеящего действия растворов крахмала и казеина?

Казеин обладает способностью, отличающей его от многих других белков, – образованием устойчивой гелевой консистенции, которая действует как связывающее вещество. В связи с этим казеин и применяют при изготовлении клеев. Белки образуют гели (пространственные сетки, состоящие из молекул белков, и заполненные растворителем – водой) с участием сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, но обычно такие системы нестойки. В растворе казеина стабильность геля поддерживается ионами кальция, взаимодействующими с молекулами данного белка.

При нагревании водного раствора крахмала гранулы крахмала поглощают воду. Вода, попавшая в эти «водяные пузыри», не может свободно двигаться, и продукт начинает густеть. Это начало процесса, называемого «склеиванием». При длительном нагревании водяные пузыри увеличиваются и лопаются, освобождая молекулы крахмала и воды. Молекулы крахмала запутываются, поглощают воду, сгущая смесь. С участием молекул амилозы смесь начинает желатинизироваться при охлаждении [3]. В результате образуется крахмальный клейстер, представляющий собой достаточно устойчивую коллоидную систему.

Хорошие адгезивные свойства и способность поглощать воду из раствора казеина и крахмала обеспечивают быстрое схватывание клеев в месте контакта соединяемых деталей.

6. Какие преимущества и недостатки имеют крахмал и казеиновый клей? – К преимуществам использования клеев на основе крахмала и казеина относятся: экологичность, безопасность, возможность самостоятельного изготовления из доступных материалов. Среди недостатков: незначительный срок хранения (несколько часов), подверженность гнилобразующим процессам во влажных условиях, трудоёмкость изготовления.

Вывод: природные полимеры крахмал и казеин благодаря особенностям строения молекул способны образовывать стойкие вязкие растворы, обладающие хорошими адгезионными и сорбционными свойствами, поэтому их применяют для изготовления клеев.

Далее учащиеся осуществляют поиск способов изготовления клеев (составы 1 и 2), на основе которых затем изготавливают их и испытывают связующее действие.

Состав 1. Приготовление казеинового клея.

10 г обезжиренного творога пропустите через сито, а затем промойте его тёплой водой. К полученной массе, постоянно перемешивая, по каплям добавляйте 10% раствор аммиака. Образуется прозрачная кашицеобразная масса, которую можно применять для работы с бумагой и картоном.

Состав 2. Клей на основе крахмала.

В химический стакан налейте 20 мл дистиллированной воды и добавьте 2 г крахмала. Содержимое стакана тщательно перемешайте. Полученную взвесь перенесите в 40 мл кипящей воды, продолжите нагревать до загустения массы. Испытайте действие клея на листах картона.

На основе знаний об использовании полученных клеев предлагаем обучающимся выполнить следующие задачи, в том числе экспериментального характера.

Задача 1. Докажите наличие действующих веществ в составе приготовленных клеев составов 1 и 2.

Решение.

1. Обнаружение крахмала в клейстере.

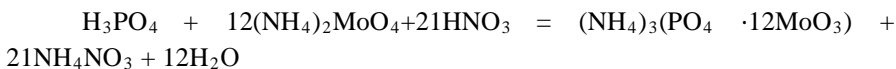
В пробирку поместите 0,5 мл остывшего крахмального клейстера, добавьте к нему 2-3 мл дистиллированной воды и 2-3 капли раствора иода в KI. Появляется сине-фиолетовое окрашивание.

2. Определение казеина в составе клея [1].

В пробирку поместите 2 мл казеинового клея, добавьте 2 мл 10%-го раствора гидроксида натрия. Прокипятите содержимое пробирки в течение 10-15 мин. на водяной бане с обратным холодильником, затем охладите пробирку и проведите химические реакции на продукты гидролиза.

Биуретовой реакцией обнаруживают белки: к 0,5 мл продуктов гидролиза добавляют 1-2 капли 1% раствора сульфата меди (II). Появляется фиолетовое окрашивание.

Для обнаружения в гидролизате фосфата к нему добавляют 2-3 капли 10% раствора азотной кислоты в присутствии 1-2 капель фенолфталеина (до обесцвечивания) и отфильтровывают его. К 5 каплям фильтрата приливают 20 капель молибденового реактива и кипятят несколько минут. Жидкость окрашивается в жёлтый цвет, а затем при охлаждении выпадает желтый осадок фосфорно-молибденового аммония:



Задача 2. Рассчитайте массовую долю крахмала в приготовленном клее.

Вывод: клей состава 1 содержит 3% раствор крахмала.

Задача 3. Распознайте содержимое пробирок с крахмальным клейстером и казеиновым клеем.

Задача. В 2-х пробирках находятся крахмальный клейстер и казеиновый клей. Установите содержимое пробирок.

Вывод: клей состава 2 содержит казеин.

Таким образом, выполнение учебно-исследовательской деятельности способствует развитию у учащихся общих представлений о необходимости комплексного применения знаний и умений в решении познавательных задач прикладной направленности. В целом же исследование учебной проблемы в отношении реальных объектов включает элементы интеграции предметных и межпредметных знаний и умений и элементы и предполагает направленность на личностную значимость изучаемых вопросов, что создаёт условия для формирования у учащихся химической компетентности.

*Список литературы:*

1. Биохимия: лабораторный практикум / Самышова М.А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/79/292/33915-3.php>.
2. Васильев, В.А., Донцов, Д.Ю. О возможностях применения эфиров цианакриловой кислоты для выявления латентных следов рук // Вестник ВолГУ, 2012. – Серия 10. Вып. 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://determiner.ru/termin/cianakrilat.html>.
3. Вещества, способствующие загустению и желатинизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.liveinternet.ru/users/bahera/post288662426>.
4. Поливиниловый спирт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/1057443/>.
5. Получение поливинилового спирта щелочным методом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/219/7861.php>.
6. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012, №413 (ред. от 29.06.2017) «Об утверждении ФГОС СОО» КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base>.
7. Цианакрилаты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ultrafix.ucoz.ru/publ/cianoakrilat/1-1-0-6>.

**Исследование сорбции-десорбции нитрат-ионов  
почвами потенциометрическим методом**

**Е.С. Самсонова, А.Е. Васюков**

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

По результатам непрерывного контроля потенциометрическим методом исследованы процессы сорбции и десорбции нитрат-ионов пятью различными почвами и дана оценка зависимости количества десорбированных ионов от концентрации нитрат-ионов в растворах, применяемых для насыщения почв исследуемыми ионами. Для насыщения почв нитрат-ионами следует использовать растворы  $\text{KNO}_3$  с концентрациями не менее  $1,0 \times 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>, в противном случае происходит вымывание нитрат-ионов из исследованной почвы.

*Ключевые слова:* подвижность нитрат-ионов, загрязнение почвы, сорбция, десорбция, потенциометрия.

**Study of sorption-desorption of nitrate ions by soils  
by the potentiometric method**

**E.S. Samsonova, A.E. Vasyukov**

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

Based on the results of continuous monitoring by the potentiometric method, the processes of sorption and desorption of nitrate ions in five different soils were investigated and the dependence of the amount of desorbed ions on the concentration of nitrate ions in solutions used to saturate the soils with the studied ions was estimated. To saturate soils with nitrate ions,  $\text{KNO}_3$  solutions with concentrations of at least  $1.0 \times 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup> should be used, otherwise the nitrate ions are washed out from the studied soil.

*Keywords:* mobility of nitrate ions, soil contamination, sorption, desorption, potentiometry.

**Введение**

Изучению особенностей накопления нитрат-ионов в различных типах почв посвящено много работ, например, [1-4], в основном с целью решения проблемы загрязнения почв этими ионами при внесении азотных удобрений или при их вымывании дождевой водой. Известен следующая ряд возрастания

прочности связи анионов с твердой фазой почв:  $\text{Cl}^- < \text{NO}_3^- < \text{SO}_4^{2-} \ll \text{PO}_4^{2-} < \text{SiO}_4^{4-}$  [1]. Как следует из представленного ряда, нитрат-ионы слабо удерживаются твердой фазой почвы, поэтому неслучайно для вытяжки из почв при потенциометрическом определении в них нитрат-ионов используют сульфат содержащие растворы [5].

Непрочность связи нитрат-ионов с твердой фазой почв недостаточно изучена с точки зрения создания еще неразработанного стандартного образца почвы на нитрат-ионы. Один из этапов процесса создания такого образца включает установление количественных закономерностей сорбции и десорбции различных почв нитрат-ионов. Поэтому целью работы является оценка потенциометрическим методом уровня концентраций нитрат-ионов в насыщающих почвы растворах, при котором не происходит вымывание нитрат-ионов из почвы.

### **Объекты и методы исследования**

В работе были исследованы 5 различных образцов почв, отобранных в Калужской области и подготовленных для химического анализа по ГОСТ 26951-86 [5].

Водородный показатель водных вытяжек из почв определяли по ГОСТ 26483-85 [6]. Количество органического вещества в почвах находили косвенным методом путем прокаливания навески при температуре 450 °С.

Дополнительно образцы почв (200 г) выдерживали сутки в растворах (500 см<sup>3</sup>) нитрата калия с концентрацией  $1,0 \times 10^{-2}$ ,  $5,0 \times 10^{-3}$  и  $1,0 \times 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>. Полученные образцы почв высушивали на воздухе. Десорбцию нитрат-ионов как из исходных, так и их обработанных проб почвы изучали по следующей схеме.

Пробу почвы массой  $20,0 \pm 0,1$  г помещали в стеклянный стакан на 100 см<sup>3</sup> и приливали по 50,0 см<sup>3</sup> раствора алюмокалиевых квасцов (АКК) с массовой долей 1,0 %. Пробу с раствором перемешивали и в полученную суспензию помещали электродную систему, состоящую из нитрат-селективного и хлоридсеребряного электродов для определения нитрат-ионов с периодом 1-3 минуты. Концентрацию нитрат-ионов в суспензии определяли методом прямой потенциометрии на иономере лабораторном И-160М, а правильность полученных результатов – методом стандартных добавок. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартных программ Excel.

## Результаты и их обсуждение

Сравнение значений водородного показателя водных вытяжек и содержания органического вещества в исследованных почвах говорит о существенных различиях физико-химических свойств исследованных почв (табл. 1). На это указывают колебания рН водных вытяжек от 5,6 до 7,1 единиц рН и колебания содержания органического вещества от 2,4 до 6,3 массовых %. Наибольшие значения рН и содержания органического вещества наблюдается для пробы почвы №3, наименьшие – для пробы почвы №5.

Таблица 1 – Значение водородного показателя водных вытяжек и содержание органического вещества в исследованных почвах

| № образца почвы | рН среднее, $n=3$ | $S_r$ , % | $\omega_{\text{орг.вещ.}}$ , %<br>масс. |
|-----------------|-------------------|-----------|---|
| 1               | 6,4±0,09          | 1,3       | 3,5                                     |
| 2               | 6,6±0,14          | 2,1       | 6,3                                     |
| 3               | 7,1±0,11          | 1,5       | 6,3                                     |
| 4               | 6,0±0,03          | 0,4       | 4,5                                     |
| 5               | 5,6±0,07          | 1,2       | 2,4                                     |

Динамика десорбции нитрат-ионов раствором АКК из исследованных почв представлена в табл. 2 и на рис. 1, из которых следует, что только в одной почве (№3) наблюдается превышение ПДК (130 мг/кг почвы [7]). При этом на рис. 5 проба №5 отсутствует, т.к. содержание в ней нитрат-ионов сравнительно небольшое, на уровне 2 мг/кг почвы.

Таблица 2 – Динамика десорбции нитрат-ионов (мг/кг почвы) раствором АКК из различных образцов почвы (n=3)

| Время десорбции,<br>МИН | Образец почвы              |           |                            |           |                            |           |                            |           |                            |           |
|-------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
|                         | 1                          |           | 2                          |           | 3                          |           | 4                          |           | 5                          |           |
|                         | $c(\text{NO}_3^-) \pm S_r$ | $S_r, \%$ | $c(\text{NO}_3^-) \pm S_r$ | $S_r, \%$ | $c(\text{NO}_3^-) \pm S_r$ | $S_r, \%$ | $c(\text{NO}_3^-) \pm S_r$ | $S_r, \%$ | $c(\text{NO}_3^-) \pm S_r$ | $S_r, \%$ |
| 2,3                     | 53,0<br>±4,6               | 8,6       | 74,3<br>±2,3               | 3,0       | 240,1<br>±8,2              | 3,4       | 8,5<br>±0,9                | 9,9       | 1,02<br>±0,02              | 1,6       |
| 4,0                     | 55,6<br>±4,3               | 7,7       | 80,3<br>±0,8               | 1,0       | 254,7<br>±4,4              | 1,8       | 9,3<br>±0,8                | 8,4       | 1,24<br>±0,07              | 6,9       |
| 5,2                     | 70,0<br>±4,4               | 6,3       | 92,2<br>±0,4               | 0,4       | 267,3<br>±3,3              | 1,2       | 12,2<br>±0,2               | 1,7       | 1,23<br>±0,06              | 6,0       |
| 6,5                     | 72,7<br>±4,8               | 6,6       | 94,7<br>±0,4               | 0,4       | 279,1<br>±1,1              | 0,4       | 12,7<br>±0,5               | 3,9       | 1,32<br>±0,07              | 5,8       |
| 8,0                     | 75,5<br>±5,8               | 7,7       | 97,2<br>±0,2               | 0,2       | 285,9<br>±3,8              | 1,4       | 13,9<br>±1,1               | 8,2       | 1,44<br>±0,07              | 5,3       |
| 9,1                     | 77,5<br>±5,4               | 6,9       | 98,4<br>±0,4               | 0,4       | 288,4<br>±3,5              | 1,2       | 14,4<br>±0,8               | 5,4       | 1,63±<br>0,06              | 5,1       |
| 10,<br>3                | 79,0<br>±5,3               | 6,7       | 100,5<br>±0,6              | 0,6       | 291,0<br>±4,0              | 1,4       | 14,7<br>±0,6               | 3,9       | 1,64<br>±0,06              | 4,5       |
| 11,<br>5                | 80,0<br>±5,5               | 6,9       | 101,7<br>±0,8              | 0,8       | 295,8<br>±1,8              | 0,6       | 14,8<br>±0,4               | 2,9       | 1,62<br>±0,06              | 4,5       |
| 13,<br>1                | 81,7<br>±4,0               | 4,8       | 103,1<br>±1,2              | 1,2       | 299,2<br>±3,5              | 1,2       | 15,1<br>±0,4               | 2,4       | 1,63<br>±0,06              | 4,5       |
| 14,<br>2                | 81,9<br>±5,4               | 6,6       | 104,4<br>±0,6              | 0,6       | 301,1<br>±4,1              | 1,4       | 15,3<br>±0,2               | 1,4       | 1,64<br>±0,14              | 8,7       |
| 15,<br>0                | 83,0<br>±5,4               | 6,5       | 105,6<br>±1,0              | 1,0       | 303,4<br>±4,2              | 1,4       | 15,5<br>±0,3               | 1,8       | 1,64<br>±0,14              | 8,7       |



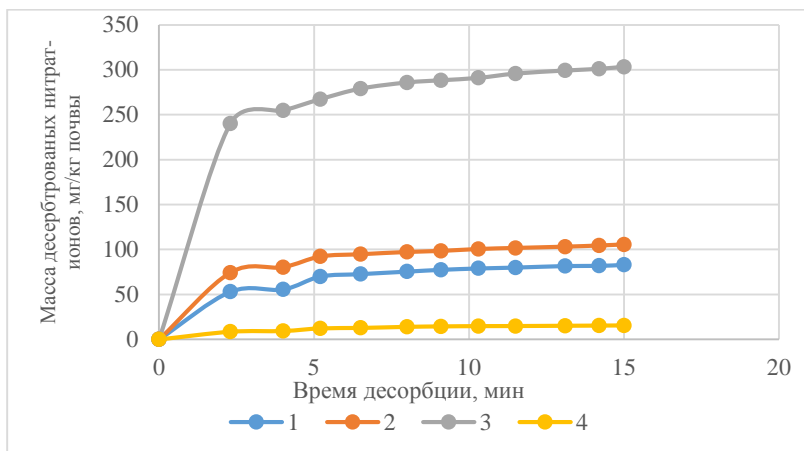


Рисунок 1 – График десорбции нитрат-ионов раствором АКК из образцов почвы №1, №2, №3 и №4 по усредненным результатам (n=3)

На графике чётко видно (рис. 1), что для выхода на максимум десорбции нитрат-ионов требуется 8-10 минут, в то время как по ГОСТ 26951-86 время перемешивания при получении водной вытяжки ограничено 3 минутами [1].

Следует подчеркнуть, что стандартное отклонение ( $S_r$ ) определения концентрации нитрат-ионов в вытяжках раствором АКК при трех параллельных определениях не превышает 10 %, что удовлетворяет требованиям нормативных документов о погрешности определения нитрат-ионов потенциометрическим методом.

При обработке почв различными растворами  $KNO_3$  содержание нитрат-ионов в них существенно изменяется и увеличивается при обработке почв раствором с концентрацией  $1,0 \times 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup> (см. рис. 2, табл. 3), но в разных количествах: для почвы №1 – в 5 раз, для почв №2-№5 – в 4, 1,3, 16 и 45 раз соответственно. При обработке почв раствором с концентрацией  $1,0 \times 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> содержание в них нитрат-ионов в большинстве случаев уменьшается: для почвы №1 – в 2 раза, для почв №3-№5 – в 8,5 и 1,2 раза соответственно, а для почвы №2 отмечено даже увеличение в 2 раза (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика десорбции нитрат-ионов (мг/кг почвы) раствором АКК из различных образцов почвы (n=3), обработанных 0,01 моль/л раствором  $KNO_3$

| Время десорбции, мин | Образец почвы |       |             |       |             |       |             |       |             |       |
|----------------------|---------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                      | 1             |       | 2           |       | 3           |       | 4           |       | 5           |       |
|                      | $c(NO_3^-)$   | $S_r$ | $c(NO_3^-)$ | $S_r$ | $c(NO_3^-)$ | $S_r$ | $c(NO_3^-)$ | $S_r$ | $c(NO_3^-)$ | $S_r$ |
| 2,5                  | 319,2         | 0,6   | 244,9       | 4,6   | 266,6       | 1,0   | 189,6       | 11,9  | 55,3        | 6,5   |
| 3,5                  | 347,1         | 0,6   | 279,6       | 3,0   | 274,8       | 3,1   | 199,2       | 11,5  | 61,5        | 5,5   |
| 4,5                  | 358,3         | 1,4   | 309,4       | 2,8   | 280,1       | 1,8   | 205,5       | 7,1   | 64,7        | 6,0   |
| 6,2                  | 361,9         | 0,1   | 348,9       | 6,8   | 284,4       | 3,7   | 213,5       | 2,3   | 65,8        | 5,9   |
| 7,4                  | 370,7         | 0,9   | 359,6       | 4,8   | 287,0       | 3,1   | 222,3       | 6,1   | 67,3        | 5,3   |
| 8,5                  | 375,0         | 0,8   | 366,5       | 2,1   | 289,1       | 3,2   | 228,1       | 1,9   | 68,0        | 5,5   |
| 10,0                 | 378,8         | 0,9   | 372,6       | 2,8   | 292,1       | 3,8   | 230,7       | 2,8   | 68,6        | 5,6   |
| 11,1                 | 382,2         | 0,6   | 377,9       | 3,0   | 294,3       | 4,9   | 231,9       | 2,5   | 69,3        | 5,2   |
| 12,5                 | 387,1         | 0,5   | 382,2       | 2,2   | 297,4       | 5,6   | 233,5       | 2,8   | 69,8        | 5,3   |
| 13,4                 | 390,5         | 0,7   | 387,1       | 2,3   | 300,0       | 5,9   | 235,5       | 2,8   | 70,3        | 5,1   |
| 14,5                 | 394,5         | 0,8   | 391,5       | 4,0   | 302,7       | 4,3   | 237,1       | 3,2   | 70,9        | 5,2   |

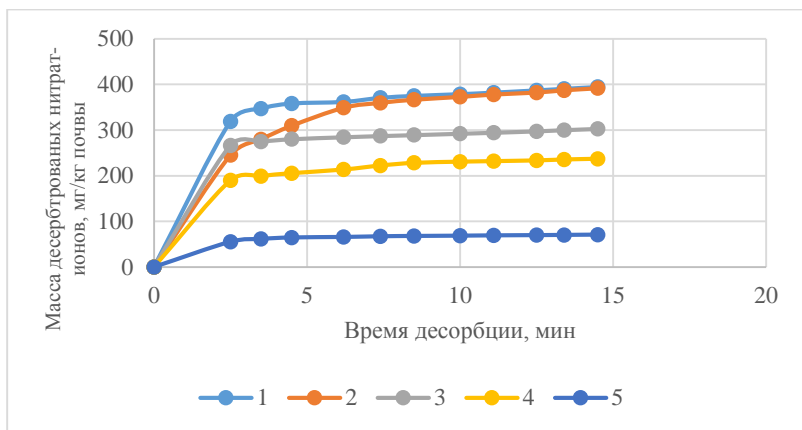


Рисунок 2 – Динамика десорбции нитрат-ионов (мг/кг почвы) раствором АКК из различных образцов почвы (n=3), обработанных 0,01 моль/л раствором  $KNO_3$

Таким образом, в зависимости от концентрации растворов  $\text{KNO}_3$  «естественное» содержание нитрат-ионов в обработанных почвах можно повысить или уменьшить в десятки раз. Для целей насыщения почв нитрат-ионами при соотношении масс «почва: раствор» = 1:2,5 следует использовать растворы  $\text{KNO}_3$  с концентрациями не менее  $1,0 \times 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>, в противном случае может наблюдаться вымывание нитрат-ионов из исследованной почвы.

### **Выводы**

1. По результатам исследования десорбции нитрат-ионов из пяти исследованных почв отмечено, что для выхода на максимум десорбции нитрат-ионов требуется 8-10 минут, в то время как по ГОСТ 26951-86 время перемешивания при получении водной вытяжки ограничено 3 минутами.

2. В зависимости от концентрации растворов  $\text{KNO}_3$  «естественное» содержание нитрат-ионов в обработанных почвах можно повысить или уменьшить в несколько раз. Для целей насыщения почв нитрат-ионами при соотношении масс почва: раствор = 1:2,5 следует использовать растворы  $\text{KNO}_3$  с концентрациями не менее  $1,0 \times 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>, в противном случае не исключено вымывание нитрат-ионов из исследованной почвы.

### *Список литературы:*

1. Пинский, Д.Л. Ионообменные процессы в почвах. – Пушино, 1997. – 165 с.
2. Петров, В.Г., Ханнанов, Д.А., Шумилова, М.А., Суксин, Н.Е. Подвижность нитрат-ионов в дерново-подзолистой почве // Химическая физика и мезоскопия. – 2020. – Т. 22. – № 1. – С. 95-98.
3. Крейгер, К.Г., Петрова О.А. Использование параметров сорбции-десорбции ионных форм элементов минерального питания растений для оценки агрохимического состояния дерново-подзолистых почв // Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. – 2006. – № 1. – С. 190-199.
4. Попова, Л.Ф. Особенности накопления нитратов в различных типах почв селитебного ландшафта Архангельска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://econf.rae.ru/article/5493> (дата обращения: 05.05.2021).
5. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26951-86> (дата обращения 10.05.2021).

6. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения 05.05.2021).
7. ГН 2.1.7.2041-06. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850511.html> (дата обращения 04.05.2021).

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ**  
**Калужского государственного**  
**университета имени К.Э. Циолковского**

**Серия**  
**Естественные и технические науки**

**2021**