

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО  
И СПЕЦИАЛЬНОГО ЗНАНИЯ  
В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

Сборник научных трудов по материалам  
I Международной научно-практической конференции студентов  
и молодых ученых, посвященной 185-летию  
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Горки, 24–25 апреля 2025 г.

Горки  
Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия  
2025

УДК [37:51]:63(06)

ББК 74я73

А43

Редакционная коллегия:

В. В. Великанов (гл. редактор), А. В. Колмыков, Ю. Н. Дуброва,  
В. В. Масич, В. И. Желязко, С. И. Козлов, Д. В. Шаршунов,  
С. В. Курзенков; В. В. Вчерашняя, А. А. Гуминская (отв. секретари)

Рецензенты:

кандидат филологических наук, доцент *Н. С. Шатравко*;  
кандидат физико-математических наук, доцент *Е. В. Тимошенко*

А43

**Актуальные вопросы современного естественно-научного и специального знания в учреждениях образования сельскохозяйственного профиля** : сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, посвященной 185-летию Белорусской государственной сельскохозяйственной академии / редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2025. – 358 с.

ISBN 978-985-882-758-8.

Представлены доклады участников I Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, отражающие вопросы истории физики и математики, а также методики преподавания естественно-научных и специальных дисциплин в учреждениях образования сельскохозяйственного профиля.

Статьи печатаются в авторской редакции с минимальной технической правкой.

УДК [37:51]:63(06)

ББК 74я73

**ISBN 978-985-882-758-8**

© Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия, 2025

УДК 908:53

## **ПАМЯТЬ – ЭТО ДОРОГА ИЗ ПРОШЛОГО В ГРЯДУЩЕЕ**

*Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

Кафедра физики была создана в 1925 г. Курс физики изучался на всех четырех факультетах: агрономическом, землеустроительном, лесном и мелиоративном. Возглавлял кафедру известный ученый, профессор Н. П. Мышкин. В это же время на кафедре физики начинает работать ассистентом Николай Николаевич Кавцевич, которому в 1928 г. было присвоено звание доцента. А в 1929 г., после отъезда профессора Н. П. Мышкина, на должность заведующего избирается Н. Н. Кавцевич. При кафедре были организованы мастерские точных приборов и стеклодувная, которые обслуживали все кафедры академии. В 1932 г. заведующему кафедрой Н. Н. Кавцевичу было присвоено звание профессора.

В декабре 1940 г., в связи со столетием со дня открытия сельскохозяйственного института, Н. Н. Кавцевич был награжден орденом «Знак Почета» и Почетной грамотой Президиума Верховного Совета БССР, а кафедра физики, которой он руководил, была признана лучшей среди кафедр физики сельскохозяйственных вузов СССР.

После освобождения Горок от немецко-фашистских захватчиков Николай Николаевич Кавцевич был назначен директором Белорусского сельскохозяйственного института и возглавлял кафедру физики в 1944–1949 гг. В 1949–1954 – обязанности заведующего кафедрой исполнял старший преподаватель А. К. Кадах. В 1954–1957 гг. заведующим кафедрой физики был С. В. Сафонов, 1957–1972 – Е. М. Иоффе, 1972–1984 – А. П. Авдеенко, 1984–1994 – П. Д. Калитухо, 1994–2010 – М. В. Захаревич, 2010–2018 – С. И. Козлов. После объединения кафедр физики и высшей математики (15 января 2018 г.) кафедрой руководил Е. Н. Крючков. С ноября 2023 г. заведующим кафедрой назначен доктор педагогических наук, профессор В. В. Масич.

В разное время на кафедре физики работали педагоги: И. В. Алимова, В. П. Добролюбова, Л. С. Гринберг, Е. Л. Стреленя, А. Н. Калацкий, В. И. Гудков, М. И. Скоробогатый, В. В. Мохов, А. В. Головачев, А. Н. Кузовков, В. Н. Грузинский, Н. И. Кнорозова, Н. Д. Ларченко, Т. М. Чубукова, Л. Е. Кириленко, а также учебно-вспомогательный персонал: Н. Г. Евтух, З. В. Терешкова, Н. В. Ско-

рина, Т. П. Тимошенко, Д. В. Малашко, заведующие лабораторией – В. Г. Курилин, В. П. Бовкунович.

На эту кафедру я была зачислена 4 ноября 1979 г. по приглашению заведующего кафедрой на тот момент Авдеенко Александром Парфеновичем. Я очень хорошо помню этот день. Александр Парфенович вместе со мной ходил подписывать документы и всем представлял меня как хорошего специалиста. Это была одна из черт его характера – хвалить всех авансом. Когда кто-то проходил по конкурсу, то он всех сотрудников представлял как отличников учебы и работы. Проректору по учебной части А. З. Латыпову он сказал, это отличница и замечательный физик, а я еще не начинала работать. Всю жизнь старалась оправдать эти его слова обо мне. Теперь я понимаю всю мудрость этих слов для всех членов кафедры! Насколько это важная черта для заведующего кафедрой – больше хвалить и очень осторожно делать замечания, чтобы человека возвысить даже в собственных глазах. Это очень важно для начинающего сотрудника, так как дает веру в себя и надежду на успехи. На кафедре в то время работали любящие *свой предмет физики и высококвалифицирова* *окоаф* *кафедр*

Часто бывало так, что кто-то приносил сложную задачу по физике, и тогда начиналось: творческий спор, аргументированные доказательства, различные варианты приближения к решению этих задач и т. д. Мы, женщины, даже не осмеливались к ним приближаться. Все мужчины кафедры были, конечно, корифеями в физике, пропитанные ею, как говорят, до мозга костей.

*Антон Семеновича Макаренко, великий советский педагог, считал, что настоящим хорошим педагогом можно стать только в хорошем педагогическом коллективе, где происходит взаимное обогащение опытом, доброжелательное обсуждение педагогических находок и неудач!*

Это именно про нашу кафедру на тот момент, потому что только в таком коллективе коллеги могли поступить так благосклонно и высоко нравственно. Я вернулась со второго декретного отпуска (он продолжался 1,5 года). Двое малых детей и еще двое племянников (7 и 12 лет) жили с нами. В это время нам с мужем действительно было нелегко. Я прихожу на кафедру и вижу в моем расписании две пары в неделю (надо заметить, что у ассистентов тогда ежедневно было 2 или 3 пары, без заочников). Я подумала, что мне дали 0,25 ставки. Петр Дмитриевич сказал, что мы ваши пары распределили по всем, кому как было удобно, а вам оставили две, чтоб вы нас навещали. Это было решение всего коллектива! Я никогда об этом не забывала и сейчас благодарна всем моим тогдашним коллегам (А. П. Авдеенко, Б. Ф. Баскакову, Г. Н. Бутову, Л. С. Гринберг, В. Н. Грузинскому, В. А. Кожухину, В. И. Гудкову, В. П. Добролюбовой, П. Д. Калитухо, В. В. Мохову, М. И. Скоробогатому, Н. Д. Ларченко, Е. Л. Стрелене и др. Я узнала, что идея принадлежала заведующему кафедрой Калитухо Петру Дмитриевичу и Добролюбовой Валентине Петровне, ей-то никто никогда не возражал. Она пользовалась большим авторитетом и на кафедре, и на факультете механизации сельского хозяйства, так как была председателем профбюро факультета.

У каждого из коллег были и другие таланты. Виктор Алексеевич Кожухин прекрасно пел, Валентина Петровна всегда пекла чудные пирожки и тортики, Л. С. Гринберг и Е. Л. Стреленя – мастерицы по закаткам и салатам. Такое время было, вместо слова купить говорили – достать что-то. А отдыхать мы умели! Праздновали с размахом 23 февраля, 8 марта и т. д. В организации досуга кафедры и факультета большая заслуга принадлежала, конечно, В. П. Добролюбовой. У нее

это всегда замечательно получалось! Она сама всегда была жизнерадостным человеком и позитивно влияла на других.

На столе было все: и закуска, и спиртное. Но все было культурно, достойно и корректно. Застолье проходило с шутками и прибаутками, мы действительно отдыхали. Иногда выезжали на природу, особенно когда заведующим кафедрой был Захаревич Михаил Васильевич. Это немалую роль играло в укреплении сплоченности и хорошей атмосферы в коллективе. По-современному такие застолья называются корпоративные мероприятия. Но то и другое имеет большое значение для хорошей рабочей атмосферы в коллективе. Это так! Этим пренебрегать нельзя, особенно сейчас, когда не хватает общения и мы стали, по непонятным причинам, более занятыми! Атмосфера была в целом в академии хорошей и благоприятной, способствующая работе преподавателю над собой. Никаких лишних бумаг, отчетности, бестолковых ЕДИ. Информационные академические дни были два раза в семестр. Вели их доценты из гуманитарных кафедр, проходили эти мероприятия интересно и полезно, с обсуждением. Никого не принуждали, не составляли списков, но в ауд. 701 мест всем не хватало.

Особо хочется отметить время заведования кафедрой М. В. Захаревича. Будучи сам молодым ученым (кандидат технических наук), он в своей работе особое внимание уделял работе над кандидатскими диссертациями сотрудников. В это время диссертациями продолжали заниматься А. Н. Калацкий и П. Д. Калитухо. До пенсионного возраста они не успели завершить эту работу, к сожалению. Кандидатами наук на тот момент были только М. В. Захаревич и Б. Ф. Баскаков. Поэтому в «бой» пошли я и Кириленко Людмила Еруслановна. Мы были соискателями, и нам планировалась нагрузка меньше, чем у остальных коллег, что и способствовало в определенной степени успешной защите на кафедре двух диссертаций. Из мужчин больше никто не пытался работать над диссертациями.

Старшим лаборантом в течение более 30 лет работала Терешкова Зинаида Васильевна, под ее руководством работали три лаборанта – Евтух Надежда Герасимовна, Баркулов Виктор Анатольевич, Курилин Виктор Гаврилович. Они обслуживали занятия: готовили демонстрации, лабораторный практикум, а Зинаида Васильевна помогала преподавателям в методической работе: печатала все издаваемое и даже диссертации. Это входило в служебные обязанности лаборантов. В моей памяти она осталась как человек, неразлучный с печатной машинкой. Тяжеловато ей конечно было, но она хорошо справлялась с этой работой, всем всегда помогала – и словом, и делом, и советом.



На фотографии слева направо: верхний ряд – Г. П. Бутов, А. Н. Калацкий, П. Д. Калитухо, М. В. Захаревич, А. П. Авдеенко, В. В. Мохов, Б. Ф. Баскаков, В. Н. Грузинский, В. Г. Курилин, В. А. Баркулов; нижний ряд – М. И. Скоробогатый, И. В. Алимова, В. П. Добролюбова, Н. Д. Ларченко, З. В. Терешкова, Е. Л. Стреленя, Н. Д. Евтух, О. М. Астахова, В. И. Гудков

Нашу кафедру ставили в пример на факультете, если где-то на другой кафедре факультета шли разборки. На собраниях факультета я это слышала неоднократно. Взаимоуважение, интеллигентность, добропорядочность отличали нашу кафедру на факультете механизации, а может, и в академии.

Ушедшим от нас коллегам – СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ! Здравствующим – ДОЛГИХ ЛЕТ ЖИЗНИ!

УДК 372.8:378

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НООСФЕРНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ У СТУДЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗОВ К ИЗУЧЕНИЮ ФИЛОСОФИИ**

*Масич С. Ю., канд. пед. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** обучение, мотивация, ноосферный метод, мыслеобраз, образ.

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема повышения мотивации у студентов сельскохозяйственных вузов к изучению социально-гуманитарных дисциплин. Описываются особенности применения ноосферного метода преподавания для повышения мотивации студентов к изучению философии.

**Keywords:** learning, motivation, noospheric method, thought image, image.

**Summary.** The article discusses the problem of increasing the motivation of students of agricultural universities to study social and humanitarian disciplines. The article describes the features of using the noospheric teaching method to increase students' motivation to study philosophy.

В современных условиях в системе высшего образования наблюдается весьма деструктивная тенденция, проявляющаяся в отсутствии у студентов стремления к получению знаний, особенно относительно непрофильных дисциплин. Особенно ярко такое отношение проявляют студенты технических специальностей к изучению дисциплин социально-гуманитарного блока. Хотя, в соответствии с современными требованиями, каждый специалист должен быть всесторонне развитой и многогранной личностью. Равнодушие и пренебрежительное отношение студентов к изучению дисциплин социально-гуманитарного блока порождают ряд проблем, требующих своевременного решения.

Также современным работодателям уже недостаточно, чтобы специалист обладал только профессиональными компетентностями. Выпускник сельскохозяйственного вуза должен обладать полным спектром общекультурных и гуманитарных компетенций, среди которых особенно важны умения целеполагания, представления и прогнозирования ожидаемых результатов, ориентации в информационно-

цифровом пространстве, навыки проведения переговоров и эффективной организации продуктивной деятельности. Таким образом, можно выявить существующее противоречие между практической потребностью в гуманитарных знаниях и фактическим уровнем мотивации студентов сельскохозяйственных вузов к изучению философии, психологии, педагогики и пр.

Проблема мотивации учебной деятельности традиционно является предметом изучения таких наук, как психология, философия, этика и педагогика. Изучением роли мотивации, ее содержания и развития целенаправленно занимались такие ученые, как Л. Божович, В. Давыдов, К. Левин, А. Леонтьев, А. Маркова, А. Маслоу, К. Роджерс, Д. Эльконин и др.

Мотивация является внутренней энергией, которая содержит в себе активность человека в жизни и на работе. Мотивация основывается на мотивах, под которыми понимаются конкретные побуждения, стимулы, заставляющие личность действовать и совершать поступки. Касательно образовательной деятельности студентов, мотивация выступает общим названием для процессов, методов, средств, побуждающих обучающихся к продуктивной познавательной деятельности, активно усвоения содержания учебного материала [1].

Для большинства студентов мотивация является наиболее эффективным способом улучшить процесс их обучения, поскольку сами мотивы являются движущими силами учебного процесса и усвоения необходимого нового материала. Мотивация к обучению – это достаточно непростой и неоднозначный процесс изменения отношения личности как к конкретному предмету изучения, так и ко всему образовательному процессу. Для того чтобы учебная деятельность протекала успешно, студенту необходимо самостоятельно планировать собственную деятельность, постоянно работать над собой. При этом основной движущей силой этих процессов является именно мотивация.

Мотивация любой деятельности, в том числе и учебной, обуславливается двумя видами факторов: внутренними и внешними. Внешние факторы, в свою очередь, бывают двух типов: факторы, имеющие поощрительный характер (получение вознаграждения), и факторы, имеющие карательный характер (выговор, санкции, лишение определенных преференций и пр.). Внутренние факторы представляют собой те ценности, которые определяют шкалу приоритетов личности; это то, ради чего она живет, что для нее является важным и, как правило, является более значимым по сравнению с внешними факторами.

Потребность выяснить причины отсутствия у студентов сельскохозяйственных вузов мотивации к изучению социально-гуманитарных дисциплин обуславливает необходимость обращения к их мировоззрению и гуманистическим ценностям.

У представителей философии постмодерна бытует мнение о существовании двух типов современных молодых специалистов: специалисты, стремящиеся к карьерному росту любой ценой, даже пренебрегая другими людьми, и специалисты, стремящиеся прежде всего удовлетворить желание получать удовольствие, используя легкие способы его достижения, при которых не требуется специальная подготовка и применение усилий. В современном мире существует множество различных способов получения удовольствия и новых впечатлений при помощи разнообразных гаджетов, социальных сетей, компьютерных игр и пр. Доступность подобного рода удовольствий делает человека зависимым, приучает к легкой жизни, когда не нужно прилагать усилий и напрягаться. Это влияет на снижение уровня мотивации к изучению как специальных, так и социально-гуманитарных дисциплин у студентов сельскохозяйственных вузов.

Важную роль в формировании мотивации к изучению социально-гуманитарных дисциплин играют преподаватели. Важно отметить, что существует категория профессионально не направленных студентов, которые не рассматривают получение специальности как мотивацию и не стремятся изучать какие-либо дисциплины. Также существует еще одна категория студентов, которых интересует изучение только профильных дисциплин, а изучение дисциплин социально-гуманитарного цикла они считают ненужной тратой времени. Поэтому перед преподавателем стоит сложная задача заинтересовать студентов гуманитарными знаниями, сформировать у них положительное отношение к дисциплине путем поиска и использования в образовательном процессе инновационных методов проведения занятий, а также преодоления у них стереотипов о ненужности овладения гуманитарными компетентностями.

Одним из таких инновационных методов преподавания, способствующих повышению у студентов мотивации к обучению, является метод ноосферного обучения. При использовании такого метода обучения методологический базис для самостоятельной работы студенты получают на лекционных занятиях. Хотя в прямом виде лекционный материал при создании мыслеобразов не воспроизводится, эти знания выступают в роли основы для дальнейших концептуальных построе-

ний. Основное внимание при использовании ноосферного метода обучения уделяется практическим знаниям, с помощью которых и создается мыслеобраз.

При использовании данного метода изучения философии с первых занятий, в рамках которых раскрывается предмет и основные вопросы философии, рассматриваются исторические этапы ее развития, для более эффективного запоминания студентами учебной информации им предлагается создать «образон» философии через соответствующий рисунок, дополняя его содержание ментальной картой. Образон (Н. Маслоу) – это опорный образ, наполненный исчерпывающей информацией в алгоритмическом порядке. Образон играет роль знака, в котором охвачена вся суть учебного материала. Вспоминая этот образон, студент будет воспроизводить полученные на занятии знания по учебной дисциплине [2; 3].

Работа с образонами является основой ноосферного метода, который предполагает систему обязательных творческих заданий. Например, такими образонами в результате творческого выполнения заданий студентами могут стать древо или сова. Древо является символическим образом начала и плодородия (множественности) знания, которое дает философия, в основе которой лежат вопросы о первоначалах и познаваемости мира. Ветви символизируют этапность развития знания и представленность его в различных философских направлениях, подходах, научных областях через призму личностного видения философов в тот или иной исторический период. В процессе изучения философии древо может дополняться (расширяться) за счет добавления тематических блоков по разделам философского знания (онтология, гносеология, философская антропология, социальная философия и т. п.), проблемных вопросов и причинно-следственных связей их появления. Сова символизирует собой мудрость, что отражает значения самого понятия философии в переводе с греческого как «любовь к мудрости».

Целью применения ноосферного метода обучения является формирование учебного образа как «единицы», микроструктуры знания по учебной дисциплине, характеризующегося прочностью знания; умение пользоваться новым образом как подвижной творческой единицей мышления; включение его в динамическую систему ранее приобретенных мыслеобразов и пр.

Режим включения в процесс обучения с использованием данного метода предусматривает несколько взаимосвязанных процедурных сценариев: вхождение в творческую предметную ситуацию и в ситуацию межличностного общения. Вхождение в творческую предметную ситуацию начинается с создания образа. После того как учебный материал представлен в форме лекции, студентам предлагается проработать его с помощью образов-ассоциаций. Ситуация межличностного общения дает возможность выбрать наиболее подходящий образ из группы предлагаемых, выделить предметную область исследования, представить ее в виде тезиса и разместить на символической образной картинке. Таким образом, при ноосферном методе обучения философии в наглядности появляется новая функция – управление познавательной деятельностью через аппарат эмоций и ощущений. Студент не получает знания в готовом виде, а создает для них образ – мыслеформу, отображая ее на бумаге и располагая на ней полученную от преподавателя информацию в строго алгоритмической последовательности.

Таким образом, использование ноосферного метода обучения способствует эффективному осознанию материала и созданию целостной системы знаний по философии. Этот метод помогает преодолеть трудности, связанные с необходимостью запоминать сложные философские термины, понятия и теории. Обучение приобретает качественно новую характеристику – удовольствие, эмоциональное переживание и радость от конечного результата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крылова, М. Н. Способы мотивации учебной деятельности студентов вуза / М. Н. Крылова // Перспективы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 86–95.
2. Маслова, Н. В. Ноосфера. Ноосферное развитие. Ноосферное образование / Н. В. Маслова // Открытое образование. – 2016. – № 2. – С. 6–10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/noosfera-noosfernoe-razvitie-noosfernoe-obrazovanie> (дата обращения: 19.02.2025).
3. Маслова, Н. В. Целостное мышление как рычаг космопрорыва / Н. В. Маслова // Устойчивое развитие: наука и практика: междунар. электрон. журнал. – 2020. – Вып. 1. – С. 60–70. – URL: <https://www.yrazvitie.ru/wp-content/uploads/2020/07/02-Maslova.pdf> (дата обращения: 19.02.2025).

УДК 001.895:[375.095:63]

## **ИННОВАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

*Масич В. В., д-р пед. наук, профессор*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** инновации, обучение, образование, технологии, робототехника, искусственный интеллект.

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема внедрения инноваций в образовательном процессе вузов сельскохозяйственного профиля. Акцент делается на необходимость изучения возможностей робототехники и искусственного интеллекта в образовательном процессе и дальнейшее использование их возможностей в профессиональной деятельности.

**Keywords:** innovation, training, education, technology, robotics, artificial intelligence.

**Summary.** The article considers the problem of introducing innovations in the educational process of Agricultural Universities. The emphasis is on the need to explore the possibilities of Robotics and Artificial Intelligence in the educational process, and further use their capabilities in professional activities.

Современные образовательные учреждения сельскохозяйственного профиля активно внедряют инновационные технологии и методики, чтобы подготовить квалифицированных специалистов, способных решать актуальные задачи агропромышленного комплекса.

Обозначенные технологии и методики можно условно разделить на группы:

1. Цифровые технологии и дистанционное обучение:

- Использование онлайн-курсов, симуляторов и виртуальных лабораторий.
- Внедрение платформ для дистанционного контроля знаний (Moodle, LMS-системы).
- Применение VR/AR-технологий для моделирования сельскохозяйственных процессов.

2. Прецизионное земледелие и «умные» технологии:

- Обучение работе с GPS-навигацией, дронами и датчиками IoT для мониторинга состояния почвы и растений.

- Использование Big Data и искусственного интеллекта для анализа урожайности.

### 3. Практико-ориентированное обучение:

- Создание учебно-опытных хозяйств с современным оборудованием.

- Партнерство с агрохолдингами для стажировок и реальных проектов.

### 4. Экологизация и устойчивое развитие:

- Изучение органического земледелия, биотехнологий и альтернативных источников энергии.

- Внедрение курсов по агроэкологии и ресурсосберегающим технологиям.

### 5. Междисциплинарный подход:

- Интеграция агрономии, IT-технологий, экономики и менеджмента.

- Развитие soft skills (управление проектами, предпринимательство).

### 6. Международное сотрудничество:

- Участие в программах обмена (международные агрошколы).

- Изучение передового зарубежного опыта в сельском хозяйстве.

Ввиду вышесказанного, особое внимание привлекает применение искусственного интеллекта в образовательном процессе вузов сельскохозяйственного профиля, что открывает новые возможности для повышения качества обучения, оптимизации научных исследований и адаптации аграрного сектора к современным технологическим вызовам.

Термин «искусственный интеллект» (ИИ) отличается сложностью и многоплановостью, охватывая множество направлений и функций. Хотя его сложно однозначно и исчерпывающе определить, такое описание все же возможно.

Искусственный интеллект (англ. Artificial Intelligence, AI) – это область компьютерных наук, изучающая разработку компьютерных систем, которые способны выполнять задачи, требующие человеческой интеллектуальной деятельности, такие как распознавание речи, понимание естественного языка, распознавание образов, принятие решений и др.

Искусственный интеллект содержит множество методов и подходов: машинное обучение, глубинное обучение, логическое программирование и др.

Современные системы искусственного интеллекта (ИИ) создаются для решения сложных задач, традиционно считавшихся прерогативой человеческого интеллекта, при этом обеспечивая беспрецедентную эффективность и точность выполнения операций.

Ключевые характеристики искусственного интеллекта включают:

- способность технических систем воспроизводить мыслительные процессы и когнитивные функции человека;
- возможность сбора, обработки и адаптации поступающих данных;
- способность к самообучению на основе получаемой информации, принятию решений и формированию логических выводов, аналогичных человеческим;
- функции управления сложными системами и прогнозирования их развития.

Сфера применения машинного обучения охватывает практически все области человеческой деятельности: от робототехники и кибернетики до медицинской диагностики, финансового сектора, образовательной сферы, здравоохранения, электронной коммерции, оборонной промышленности и политического анализа. Особое значение технологии ИИ приобретают в сельскохозяйственном секторе.

Интеллектуальные системы находят применение во всех ключевых направлениях сельскохозяйственной деятельности: растениеводстве, животноводстве, управлении ресурсами, аналитической обработке данных.

Современное растениеводство демонстрирует значительный потенциал для автоматизации производственных процессов с помощью робототехнических систем. Внедрение таких технологий позволяет: повышать качество выращивания сельскохозяйственных культур, увеличивать показатели урожайности, оптимизировать производственные затраты.

Есть несколько основных направлений использования робототехники в растениеводстве:

1. Системы орошения и питания растений. Современные поливальные роботы способны автоматически регулировать подачу воды с учетом текущих показателей влажности почвы, климатических параметров, особенностей грунта. Данная технология позволяет оптимизировать водопотребление и поддерживать идеальный гидробаланс для роста культур.

2. Обработка почвы и посевные работы. Роботизированные культиваторы выполняют автоматическое рыхление грунта и точный посев семян с заданными параметрами (глубина, интервал). Позволяют получить такие преимущества, как равномерное распределение посевного материала, рациональное использование посевных площадей.

3. Борьба с сорной растительностью. Интеллектуальные системы для удаления сорняков автоматически идентифицируют сорные растения, осуществляют механическую прополку. Эффективность заключается в сохранении чистоты посевов и минимизации конкурентного влияния сорняков.

4. Автоматизированная уборка урожая. Роботы-сборщики оснащены системами компьютерного зрения, датчиками определения зрелости. Функциональные возможности заключаются в бережном сборе плодовой продукции и отборе только созревших экземпляров.

5. Защита растений. Специализированные роботы-обработчики обеспечивают мониторинг фитосанитарного состояния, точечное внесение СЗР и удобрений. Технологическая оснастка: мультиспектральные камеры, системы точного позиционирования, интеллектуальные распыляющие системы.

Данные решения демонстрируют высокую эффективность в повышении продуктивности сельхозпроизводства, снижении трудозатрат, минимизации ресурсопотребления и т. д.

Искусственный интеллект также играет важную роль в животноводстве, революционизируя многие его аспекты.

Благодаря своим мощным вычислительным возможностям и способности анализировать большие объемы данных, ИИ позволяет животноводству обеспечивать эффективнее разведение домашних животных, птицеводство, кролиководство, рыбоводство и другие сферы.

Одним из основных преимуществ искусственного интеллекта в животноводстве является его использование в процессе разведение животных. Благодаря алгоритмам машинного обучение и анализа больших объемов данных, фермеры и питомники могут выбирать оптимальные пары животных для разведения. Это позволяет улучшить генетическое качество поголовья, получить более здоровых и продуктивных потомков. Такой подход помогает увеличить плодовитость, обеспечивать потребности рынка и улучшать свойства животных.

Управление фермами – еще один важнейший элемент сферы, где искусственный интеллект демонстрирует свою полезность. Применение искусственного интеллекта позволяет контролировать условия

содержания животных, включая температуру, влажность, освещение и вентиляцию.

Аналитические модели и алгоритмы обеспечивают оптимальные условия для животных, снижающие риск заболеваний и стресса, которые могут повлиять на производительность и здоровье. Кроме того, искусственный интеллект дает рекомендации для улучшения условий содержания, способствующих благополучию животных.

В птицеводстве ИИ используется для автоматизации процессов, контроля за производством и диагностики болезней. Он может анализировать данные о поведении птиц, проявляющих признаки болезней или стресса, что позволяет оперативно реагировать и предотвращать возникновение проблем.

Следовательно, применение искусственного интеллекта в животноводстве может способствовать улучшению многих аспектов этой отрасли.

Управление ресурсами является одним из ключевых аспектов сельского хозяйства, и ИИ помогает усовершенствовать этот процесс. С помощью анализа данных сельскохозяйственных секторов, таких как почва, погода, урожайность и использование воды, ИИ может разрабатывать прогнозы и рекомендации по оптимальному распределению ресурсов. Он помогает определить оптимальное время для посева, полива, применения удобрений и защиты растений, обеспечивая эффективное использование земли, воды и рабочей силы.

Мировая практика демонстрирует, что машинный интеллект (МИ) в сельском хозяйстве может играть важную роль в повышении эффективности, увеличении урожайности и уменьшении расходов, в частности:

- прогнозирует урожайность определенной сельскохозяйственной культуры относительно почвы;
- определяет спелость культур, их готовность к сбору;
- осуществляет общее управление полевыми работами;
- проводит сканирование посевов с целью оценки их состояния;
- прогнозирует рентабельность инвестиций на конкретных культурах;
- индивидуализирует подходы к уходу за сельскохозяйственными культурами;
- изучает сельскохозяйственные животные, проводит мониторинг их состояния здоровья, рассчитывает количество и качество их корма

и микроэлементы, следит за объемом необходимой для них воды, чистотой помещений, где животные содержатся;

- сигнализирует о проблемах, которые возникают в процессе ведение хозяйства.

Эффективность использования машинного разума также подтверждается опытом его применения аграрными компаниями стран-лидеров – КНР, США, Японии, Германии.

Но для эффективного внедрения искусственного интеллекта в производство уже на этапе обучения студентов сельскохозяйственных вузов необходимо как знакомить с теоретическими аспектами применения ИИ, так и прививать практические умения и навыки его использования.

Использование ИИ в системе высшего образования требует больших финансовых и временных затрат, поэтому сегодня масштабно он применяется только в крупных организациях. Вместе с тем применение ИИ открывает принципиально новые возможности для развития данной системы. Чем больше студенты и преподаватели смогут экспериментировать с использованием технологий ИИ в образовательном процессе, тем больше новых и эффективных способов его применения они найдут.

Можно с уверенностью утверждать, что искусственный интеллект повторит путь Интернета – от новшества к обязательному компоненту, став фундаментальной частью мировых образовательных систем в обозримом будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А. А. Цифровые технологии в аграрном образовании: опыт и перспективы / А. А. Иванов, В. М. Петрова // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 4. – С. 45–52.
2. Smith, J. Virtual and Augmented Reality in Agricultural Education / J. Smith, L. Brown // Journal of Agritech. – 2022. – Vol. 12. – P. 78–91.
3. Chen, H. Application of AI and Big Data in Smart Farming / H. Chen, Y. Wang // International Journal of Agricultural Innovation. – 2021. – Vol. 8(2). – P. 112–125.
4. Росинформагротех. Цифровизация сельского хозяйства: тенденции и вызовы. – 2023. – URL: <https://www.rosinformagrotech.ru/digital-agro> (дата обращения: 03.03.2025).
5. Сидоров, К. Л. Инновационные технологии в обучении агроинженерии / К. Л. Сидоров. – М.: Агропромиздат, 2022.

## Секция 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТУДИИ (ИСТОРИЯ И КОМПАРАТИВИСТИКА)

УДК 929:51(17)

**Алещенко Е. В.**, студент 3-го курса мелиоративно-строительного факультета

### ЛОБАЧЕВСКИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ XIX ВЕКА

*Научный руководитель – Пансуева М. И., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Лобачевский, неевклидова геометрия, история математики, XIX век, основания геометрии, Гаусс, Риман.

**Аннотация.** Статья посвящена анализу вклада Николая Ивановича Лобачевского (1792–1856) в развитие математики XIX в. и его влияния на трансформацию научного мышления эпохи. Рассматриваются исторический контекст создания неевклидовой геометрии, ее философские и методологические последствия, а также взаимодействие идей Лобачевского с работами Гаусса, Больяи и Римана. Особое внимание уделяется преодолению догматизма в математике и формированию новых подходов к основаниям геометрии.

**Keywords:** Lobachevsky, non-Euclidean geometry, history of mathematics, 19th century, fundamentals of geometry, Gauss, Riemann.

**Summary.** The article is devoted to the analysis of the contribution of Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792–1856) to the development of mathematics of the 19th century and his influence on the transformation of scientific thinking of the era. The historical context of the creation of non-Euclidean geometry, its philosophical and methodological consequences, as well as the interaction of Lobachevsky's ideas with the works of Gauss, Beaulieu and Riemann are considered. Special attention is paid to overcoming dogmatism in mathematics and the formation of new approaches to the foundations of geometry.

**Введение.** XIX в. стал переломной эпохой в истории математики, когда классические представления о пространстве и аксиоматическом методе подверглись радикальному пересмотру. Одним из ключевых событий этого периода стало создание неевклидовой геометрии Николаем Лобачевским, что привело:

- к кризису кантовской концепции априорности евклидова пространства;
- развитие новых подходов к аксиоматике (Гильберт);
- возникновению римановой геометрии, ставшей основой общей теории относительности [1].

Цель статьи – показать, как работы Лобачевского изменили математическое мышление XIX в. и подготовили почву для современной математики.

### **Лобачевский и его эпоха.**

Исторический контекст:

- критика V постулата Евклида (XVIII–XIX вв.): попытки доказать его как теорему (Лежандр, Саккери);
- параллельные исследования Гаусса (неопубликованные) и Больяи (1832);
- социальные и институциональные условия российской науки: роль Казанского университета.

### **Биографические вехи:**

- 1826: доклад Лобачевского «Сжатое изложение начал геометрии» – первое публичное изложение неевклидовой геометрии;
- 1829–1840: публикация трудов на русском и немецком языках («Геометрические исследования», 1840);
- непризнание при жизни: критика Остроградского, осторожность европейских математиков.

### **Неевклидова геометрия – революция в мышлении.**

Основные идеи:

- отказ от V постулата: через точку вне прямой проходит бесконечно много «параллельных»;
- модель плоскости Лобачевского:
  - связь с гиперболическими функциями;
  - понятие угла параллельности.

### **Философские последствия:**

- удар по кантианству: пространство перестало быть априорной формой созерцания;
- переход от «истинности» к «непротиворечивости» в математике (подход Гильберта).

### **Влияние на современников:**

- Гаусс: тайная поддержка, но страх опубликоваться;
- Риман: обобщение в «О гипотезах, лежащих в основаниях геометрии» (1854).

### Влияние на науку XIX–XX вв.:

- развитие римановой геометрии (Бернхард Риман, 1854);
- подготовка почвы для общей теории относительности (искривлённое пространство-время);
- формирование аксиоматического метода (Д. Гильберт) [2, 3].

### Лобачевский и математика XIX в.

#### Сравнение с другими геометриями

Критерий	Евклидова	Лобачевского	Риманова
Параллельные	1	$\infty$	0
Сумма углов $\Delta$	$= \pi$	$< \pi$	$> \pi$
Кривизна	0	$< 0$	$> 0$

### Признание и наследие:

- 1860-е гг.: работы Бельтрами и Клейна (модели псевдосферы и Кэли-Клейна);
- 1880-е гг.: включение в программы университетов (Германия, Франция);
- XX в.: роль в теории относительности и топологии [4].

**Заключение.** Лобачевский не только создал новую геометрию, но и изменил стиль математического мышления:

1. Отказ от догм в пользу логической непротиворечивости.
2. Связь абстрактных теорий с физикой (через Римана и Эйнштейна).
3. Стимул для развития аксиоматического метода.

Его идеи стали мостом между классической и современной математикой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, В. П. Николай Иванович Лобачевский. 1792–1856: Его жизнь и научная деятельность / В. П. Васильев. – М.: Наука, 1992. – 208 с.
2. Каган, В. Ф. Лобачевский / В. Ф. Каган. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. – 500 с.
3. Кирсанов, В. С. Научная революция XVII века / В. С. Кирсанов. – М.: Наука, 1987. – 344 с.
4. Лахтин, Л. К. Мир идей Н. И. Лобачевского / Л. К. Лахтин. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 144 с.

УДК 378

**Бакулина С. А.**, студентка

## **ИСТОРИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИНЖЕНЕРОВ**

*Научный руководитель – Бершвили О. Н., д-р пед. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Самара, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** математика, образование, инженеры.

**Аннотация.** В статье представлены этапы эволюции математического образования инженеров, содержание которого имеет исторический характер, определяется целями и задачами общества и изменяется под влиянием требований жизни, производства и уровня научного знания.

**Keywords:** mathematics, education, engineering.

**Summary.** The article presents the stages of the evolution of mathematical education for engineers, the content of which is historical in nature, determined by the goals and objectives of society and changes under the influence of the demands of life, production and the level of scientific knowledge.

Историко-педагогический анализ развития инженерного образования выявил, что математическое образование было востребованным на всех его уровнях, а по мере эволюции математики как науки, научного и технического прогрессов оно становилось доминантой относительно других дисциплин. В начале XIX в. ставились вопросы о роли математики в инженерной деятельности, высказывались суждения относительно значимости высшей математики в деятельности инженеров: сложные математические расчеты считались в технике излишними, а более важным называлось изобретательское «чутье». Так, Т. Эдисон, крупнейший электротехник того времени, утверждал, что не нуждается в математике и может придумать гораздо больше, чем рассчитать. К концу XIX в. при формировании системы инженерного образования встал вопрос о содержании высшей математики и ее объеме в учебных программах. В настоящее время фундаментальность профессиональной подготовки инженеров является ведущей тенденцией и системообразующим фактором развития отечественного инженерного образования.

На основе анализа научной литературы выявлены периоды развития математики как науки (периодизация А. Н. Колмогорова), которые

соотнесены нами с этапами развития инженерной деятельности (таблица).

### Предпосылки реформирования математического образования

Этапы инженерной деятельности	Периоды развития математики	Математика		Математические дисциплины
		Характерные черты периода	Область применения	
Доиндустриальный (аграрный)	Элементарная математика	Неподвижность объектов, отсутствие общих методов	В практических расчетах	Элементарная математика (арифметика, алгебра, геометрия, тригонометрия)
Индустриальный	Математика переменных величин	Введение переменной величины, разделение на теоретическую и прикладную математику, взаимосвязь методов	Естествознание, техника	Элементарная математика, высшая математика (математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, дифференциальные уравнения)
Постиндустриальный	Формализация математики	Пересмотр оснований математики, общие приемы определения математических понятий	Универсальный язык науки, математические модели в технике, естествознании	Высшая математика (математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия, дискретная математика, математическая логика, дифференциальные уравнения, дифференциальная геометрия, топология, функциональный анализ, теория функций комплексного переменного, уравнения в частных производных, теория вероятностей, математическая статистика, теория случайных процессов, вариационное исчисление, численные методы, методы оптимизации)

Так, период элементарной математики характеризуется появлением арифметики и геометрии, развитием количественных методов решения практических задач, связанных с повседневными потребностями (земледелие, строительство простейших сооружений, торговля). Методика решения задач базируется на обобщении практического опыта и индукции.

Интеллектуальная революция XVII в. сыграла значительную роль в становлении и развитии математики: совершенствуется символическая алгебра (Ф. Виет, Р. Декарт); развивается теория чисел (П. Ферма); формируются основы теории вероятностей (Б. Паскаль, П. Ферма); создается аналитическая геометрия (Р. Декарт, П. Ферма) и математический анализ (Г. Лейбниц, И. Ньютон). Развитие экспериментальной физики и астрономии, техники и производства изменили подход к математике: если «греческая математика» была частью философии, видом интеллектуального искусства с единственной областью приложения – астрономией, то «европейская» математика стала прикладной наукой, которая была сначала языком теоретической физики, в основном сосредоточенной в данный период на развитии механики, а затем и других наук [1].

Уже в понятиях и терминологии метода флюксий И. Ньютона прослеживается глубокая связь математических и механических исследований. Таким образом, изменились цели и типы задач, составляющих предмет математических исследований. Вместе с тем для решения практических инженерных задач использовались методы элементарной математики, что вполне соответствовало техническому уровню производства того времени. Восемнадцатый век характеризуется значительным прогрессом математического образования. Хотя в университетах физико-математические факультеты еще не были выделены из философских или факультетов искусств, но элементарные математические курсы, читавшиеся в ряде университетов, были дополнены разделами аналитической геометрии и математического анализа. Важную роль в развитии математического образования играли военные, военно-инженерные, морские и другие школы, математические программы которых нередко превосходили по содержанию и объему университетские курсы. К концу XVIII в. в России стала складываться система технического образования: навигационная, инженерная, артиллерийская школы – среднее техническое образование; горное училище – высшее техническое образование. Отметим, что математическое образование в высшем учебном заведении и массовых образовательных

школах представлено одинаковыми разделами (арифметика, геометрия, тригонометрия), что свидетельствует об отсутствии дифференциации математического образования на качественные и возрастные ступени. Объясняется это тем, что математическое образование носило черты контекстного обучения, а инженерная деятельность того периода не требовала знаний высшей математики [2].

В начале XIX в. происходит значительное расширение области приложения математики: к механике и оптике присоединяются электродинамика, термодинамика, гидродинамика, баллистика, теория механизмов и др. Новые задачи, возникающие в естествознании и технике, требуют развития математического аппарата: создаются теория дифференциальных уравнений с частными производными и теория потенциала (К. Гаусс, Ж. Фурье, С. Пуассон, О. Коши, П. Дирихле, Дж. Грин, М. В. Остроградский); закладываются основы вариационного исчисления для функций нескольких переменных (М. В. Остроградский); разрабатываются векторный анализ (Дж. Стокс), теория функций комплексного переменного (О. Коши), теория наилучших приближений (П. Л. Чебышев) и др. «Математика – наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира. В непрерывной связи с запросами техники и естествознания запас количественных отношений и пространственных форм, изучаемых математикой, непрерывно расширяется так, что это общее определение математики наполняется все более богатым содержанием» [3, с. 37]. Приведенное определение Ф. Энгельса полностью характеризует данный период развития математики.

В XX в. открытия в области математики связаны с логическими основаниями концепций, математическим опытом устранения противоречий, алгоритмами и компьютерными системами [4]. В связи с чем математика стала определяться как наука о специальных логических структурах (математических структурах), для которых описаны определенные отношения между их элементами [5]. Для решения прикладных задач математические структуры необходимо интерпретировать (символьно описать свойства объекта; установить соотношения между значениями и комбинациями данных, связать их с помощью формул и т. д.) – построить математическую модель, что представляется математическим моделированием. Учитывая особую значимость математического моделирования, математику начинают рассматривать как науку о схемах моделей окружающего мира (М. М. Постников); о знаковых моделях объектов любых предметных областей (И. Б. Новик).

Вторая треть XX в. характеризуется революционными изменениями во всех областях человеческой деятельности, и в частности в промышленных технологиях, в связи с чем актуализировались проблемы управления различными сложными системами, как промышленными, так и социально-экономическими, и прогнозирования последствий принятия решений. Необходимость в построении надежной основы для выработки решений привела к развитию математики в направлении решения практических задач, связанных с процессом принятия решений, базирующихся на математике, экономике, психологии, теории управления и других областях знаний.

Таким образом, содержание математического образования имеет исторический характер, определяется целями и задачами общества и изменяется под влиянием требований жизни, производства и уровня научного знания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Левич, Е. М. Исторический очерк развития методологии математики / Е. М. Левич. – Иерусалим, 2008. – 222 с.
2. Беришвили, О. Н. Инженерное образование в России: историко-педагогический аспект: монография / О. Н. Беришвили. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 200 с.
3. Маркс, К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – 2-е изд. – М.: Главное издательство политической литературы, 1955–1965 гг. – Т. 20. – 1961. – С. 37.
4. Бурбаки, Н. Очерки по истории математики / Н. Бурбаки; пер. с франц. – М.: Изд-во ин. лит., 1963. – 292 с.
5. Колмогоров, А. Н. Математика в ее историческом развитии / А. Н. Колмогоров; под ред. В. А. Успенского. – М.: Наука, 1991. – 224 с.

УДК 51(09)

**Болдырева И. В.**, студентка 1-го курса  
факультета бухгалтерского учета

#### **ТЕОРИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ В ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ**

*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** геометрия, планиметрия, теорема, аксиома, прямая, параллельность.

**Аннотация.** В данной статье дана история неудачи, которая обернулась грандиозным научным прорывом, показав, что поиск истины, даже если он приводит к отрицательному результату, может открыть новые горизонты в научном познании.

**Keywords:** geometry, planimetry, theorem, axiom, straight line, parallelism.

**Summary.** This article tells the story of a failure that turned into a major scientific breakthrough, showing that the search for truth, even if it leads to a negative result, can open up new horizons in scientific knowledge.

Теория параллельности, или аксиома прямых, в математике до XIX в. имеет богатую историю развития. Первый этап был в древнегреческом периоде около 300 лет до нашей эры.

Аксиома параллельности Евклида, или пятый постулат, – одна из аксиом, лежащих в основании классической планиметрии. Впервые приведена в «Началах» Евклида [1].

«И если прямая, падающая на две прямые, образует внутренние и по одну сторону углы, меньшие двух прямых, то, продолженные неограниченно, эти прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых».

**Цель исследования** состоит в изучении и исследовании теории параллельности Евклида.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающейся в изучении тех или иных фактов из научных и публикационных исследований.

**Результаты исследования.** В своих «Началах» Евклид применяет термины «постулат» и «аксиома», но не дает четкого определения каждому из них и не объясняет разницу между ними. Различные рукописи «Начал» содержат неодинаковое разделение утверждений на аксиомы и постулаты, а также разный их порядок. В наиболее авторитетном издании «Начал», подготовленном Гейбергом, рассматриваемое утверждение фигурирует как пятый постулат. Другими словами, нет единого, канонического разделения утверждений Евклида на аксиомы и постулаты, и его классификация варьируется в зависимости от конкретной рукописи. Пятый постулат в издании Гейберга – это лишь одна из возможных интерпретаций того, как Евклид сам разделял эти утверждения.

На современном языке текст Евклида можно переформулировать так [2]:

«Если [на плоскости] при пересечении двух прямых третьей сумма внутренних односторонних углов меньше  $180^\circ$ , то эти прямые при достаточном продолжении пересекаются, и притом с той стороны, с которой эта сумма меньше  $180^\circ$ ».

Евклид в своих «Началах» сформулировал пять постулатов, лежащих в основе геометрии. Пятый постулат, касающийся пересечения прямых, выделяется своей сложностью и неинтуитивностью на фоне остальных, более простых и очевидных аксиом.

Уточнение Евклидом стороны пересечения прямых, вероятно, служило цели повышения ясности изложения, хотя само по себе это уточнение логически вытекает из факта существования пересечения. Эта дополнительная ясность, однако, не скрыла фундаментального отличия пятого постулата от остальных. Его формулировка оказалась настолько сложной, что на протяжении двух тысячелетий математики предпринимали неоднократные попытки доказать пятый постулат как теорему, вывести его из остальных аксиом, избавив тем самым геометрию от этого, казалось бы, избыточного постулата. Все эти попытки, несмотря на огромные усилия многих блестящих умов, закончились неудачей. История этих многочисленных попыток, полная драматизма и интеллектуального напряжения, заслуживает отдельного глубокого исследования. Она поистине захватывает воображение своей длительностью и масштабом интеллектуальных усилий, направленных на решение одной, казалось бы, относительно узкой геометрической задачи.

Можно с уверенностью сказать, что история пятого постулата Евклида является одной из самых захватывающих и поучительных историй в истории науки. Параллельно с попытками доказать пятый постулат математики анализировали его структуру, пытались понять, что делает его таким особенным. В процессе этих исследований обнаружилось, что невозможность доказательства пятого постулата указывает на существование других, неевклидовых геометрий, которые открываются при изменении пятого постулата.

Поэтому, хотя непосредственная цель – вывести пятый постулат как теорему – и не была достигнута, эти многолетние усилия оказались ненеправильными. Они привели к революционному пересмотру фундаментальных представлений о геометрии и ее связи с физическим миром.

Неспособность доказать пятый постулат Евклида стала катализатором развития неевклидовой геометрии, которая, в свою очередь, оказала значительное влияние на развитие современной физики, особенно теории относительности. Ньютон сформулировал теорему словесно следующим образом: «Для получения должного значения площади, прилегающей к некоторой части абсциссы, эту площадь всегда следует брать равной разности значений  $z$  [первообразной], соответствующих частям абсцисс, ограниченным началом и концом площади».

Геометрия Лобачевского, также известная как гиперболическая геометрия, представляет собой одну из неевклидовых геометрий. Это геометрическая теория, которая основывается на тех же основных аксиомах, что и традиционная евклидова геометрия, за исключением аксиомы о параллельных прямых, которая здесь заменяется на ее отрицание.

В геометрии Лобачевского вместо Евклидовой аксиомы принимается следующая аксиома: «Через точку, не лежащую на данной прямой, проходят по крайней мере две прямые, лежащие с данной прямой в одной плоскости и не пересекающие ее».

Аксиома Лобачевского представляет собой точное опровержение аксиомы Евклида (при условии соблюдения всех остальных аксиом). Это связано с тем, что случай, когда через точку, не находящуюся на данной прямой, не проходит ни одна прямая, находящаяся в одной плоскости с данной и не пересекающая ее, исключается благодаря остальным аксиомам (аксиомам абсолютной геометрии).

Геометрия Лобачевского непротиворечива тогда и только тогда, когда непротиворечива евклидова геометрия.

Для доказательства этой теоремы в современной математике используются модели одной геометрии в другой. В модели для точек, прямых и других объектов первой геометрии строятся объекты в рамках второй геометрии так, что для построенных объектов выполняются аксиомы первой. Таким образом, если бы противоречие нашлось в первой системе аксиом, то оно нашлось бы и во второй.

Сложно точно указать, кто и когда доказал эту теорему.

В некотором смысле можно считать, что это было сделано уже Лобачевским. Действительно, Лобачевский заметил, что геометрия орисферы в пространстве Лобачевского является ничем иным, как евклидовой плоскостью; таким образом, существование противоречия в евклидовой геометрии влекло бы противоречие в геометрии Лобачевского [3]. На современном языке, Лобачевский построил модель евклидовой плоскости в пространстве Лобачевского. В обратную сторону его построение шло аналитически, и непротиворечивость геометрии Лобачевского следовала из непротиворечивости вещественного анализа.

Несмотря на наличие этих инструментов, Лобачевский не формулировал саму теорему непротиворечивости. Для ее строгой формулировки был необходим логический анализ оснований геометрии, сделанный позже Пашем, Гильбертом и другими [3].

Например, сферическая геометрия и геометрия Римана, в которых любые две прямые пересекаются, не соответствуют ни аксиоме о параллельных Евклида, ни аксиоме Лобачевского и, следовательно, несовместимы с абсолютной геометрией.

**Заключение.** Таким образом, история пятого постулата – это история неудачи, которая обернулась грандиозным научным прорывом, показав, что поиск истины, даже если он приводит к отрицательному результату, может открыть новые горизонты в научном познании. Этот пример подчеркивает важность упорства, критического мышления и готовности переосмыслить устоявшиеся представления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Начала Евклида / пер. с греч. и ком. Д. Д. Мордухай-Болтовского при редакционном участии М. Я. Выгодского и И. Н. Веселовского. – М.-Л.: ГТТИ, 1948. – Т. I. – С. 15.
2. Смилга, В. П. В погоне за красотой. Занимательное введение в неевклидову геометрию / В. П. Смилга. – 2-е изд. – М.: Молодая гвардия, 1988. – 288 с.
3. Об основаниях геометрии. Сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию ее идей. – М.: Мысль, 1989. – 204 с.

УДК 338.12(376)

**Волк Д. С.**, студент 2-го курса факультета бизнеса и права

### **КЛАССИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

*Научный руководитель – Гусарова Г. Г., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** теория вероятностей, классическое определение вероятности.

**Аннотация.** Для практической деятельности важно уметь сравнивать события по степени возможности их наступления. Например, интуитивно ясно, что при последовательном извлечении из колоды пяти карт более возможна ситуация, когда появились карты разных мастей, чем появление пяти карт одной масти. Поэтому для сравнения событий нужна определенная мера. Численная мера степени объективной возможности наступления события называется вероятностью события.

**Key words:** probability theory, classical definition of probability.

**Summary.** For practical activities, it is important to be able to compare events according to the degree of possibility of their occurrence. For exam-

ple, it is intuitively clear that when five cards are sequentially drawn from a deck, it is more possible for cards of different suits to appear than for five cards of the same suit to appear. Therefore, to compare events, a certain measure is needed. The numerical measure of the degree of objective possibility of an event occurring is called the probability of the event.

Случайные события при одних и тех же условиях могут произойти, а могут и не произойти. При этом у одних случайных событий шансов произойти больше, а у других меньше. Поэтому в первом приближении можно определить вероятность как степень возможности наступления того или иного события.

В теории вероятностей в зависимости от того, каким условиям удовлетворяют испытания, существует несколько определений вероятности. Рассмотрим только одно из них и научимся решать задачи на вычисление такой вероятности.

Пусть проводится одно испытание, удовлетворяющее следующим условиям:

- 1) число исходов испытания конечно (равно  $n$ );
- 2) исходы испытания являются несовместными;
- 3) исходы испытания являются равновероятными.

Перечисленные условия составляют так называемую классическую схему испытаний (КСИ).

**Определение.** Вероятностью события в классической схеме испытаний называется число, равное отношению числа исходов испытания, благоприятствующих для данного события, к числу всех исходов испытания.

Обычно вероятность события  $A$  обозначают  $P(A)$ . Таким образом,

$$P(A) = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

где  $m$  – число исходов испытания, благоприятствующих для события  $A$ ;

$n$  – число всех исходов данного испытания.

Решение задач на вычисление вероятности в классической схеме испытаний обычно осуществляется по следующему алгоритму.

**Алгоритм вычисления вероятности в КСИ:**

1. Формулируется испытание.
2. Определяется ПЭС данного испытания и число  $n$  – число точек в нем.
3. Проверяется, удовлетворяет ли испытание (КСИ).

4. Формулируется событие  $A$ , вероятность которого нужно найти.  
5. Определяется число  $m$  – число элементарных событий, благоприятствующих событию  $A$ .

6. Вычисляется вероятность события  $A$  по формуле (1).

**Задача 1.** *Абонент забыл последнюю цифру телефонного номера и набрал её наудачу, помня только, что эта цифра нечетная, найдите вероятность того, что номер набран правильно.*

**Решение.** Воспользуемся предложенным алгоритмом.

1. *Испытание.* Наудачу выбирают одну из нечетных цифр.

2. *ПЭС:* каждое элементарное событие  $\omega$  – появление какой-то из нечетных цифр. Так как нечетных цифр всего 5, то  $n = 5$ .

3. *Проверим условия КСИ:*

1) число исходов испытания конечно  $n = 5$ ;

2) так как при выборе одной цифры не может появиться одновременно две различные цифры, то исходы испытания несовместны;

3) так как выбор происходит наудачу, то шанс выбора конкретной цифры одинаков для каждой цифры, т. е. исходы испытания равновозможны. Таким образом, все условия КСИ выполнены.

4. *Событие. A:* выбрали правильную цифру.

5. Среди пяти нечетных цифр только одна правильная, поэтому число исходов, благоприятствующих *Соб. A*  $m = 1$ .

$$6. P(A) = \frac{m}{n} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Ответ:  $P(A) = 0,2$ .

*Замечание.* Из определения ясно, что вероятность – это число всегда не меньшее нуля и не большее 1.

В рассмотренной задаче мы числа  $m$  и  $n$  находили непосредственным подсчетом. Однако при решении многих вероятностных задач для вычисления этих чисел рационально применять комбинаторные формулы.

Рассмотрим решение таких задач.

**Задача 2.** *Какова вероятность того, что при случайном расположении в ряд кубиков, на которых нанесены буквы а, г, и, л, м, о, р, т, получится слово алгоритм?*

**Решение.** Проводим по алгоритму.

*Испытание.* Случайным образом располагаем 8 кубиков в ряд.

*ПЭС:* каждое элементарное событие  $\omega$  – слово из восьми букв, поэтому, чтобы подсчитать число элементарных событий, нужно решить комбинаторную задачу: Скольким числом способов можно переставить 8 кубиков, на которых написаны буквы а, г, и, л, м, о, р, т?

Определим число элементов во множестве, из которого выбираем  $n = 8$ .

Определим число элементов в выборке  $m = 8$ .

Определим характер выборки: 1) упорядоченная; 2) без повторений.

Каждое расположение кубиков, т. е. каждое слово, есть перестановка без повторений, поэтому  $P_n = 8! = 40320$ .

Таким образом, решив сформулированную комбинаторную задачу, мы нашли, что ПЭС данного испытания содержит  $n = 40320$  точек.

*Проверим условия КСИ:*

1) число точек в ПЭС конечно  $n = 40320$ ;

2) одновременно два разных слова при однократном расположении в ряд кубиков появиться не могут, поэтому исходы испытания несовместны;

3) так как располагаем кубики случайным образом, то исходы испытания равновозможны. Условия КСИ выполняются.

*Событие A:* появилось слово *алгоритм*.

Этому событию благоприятствует только один исход испытания, т. е.  $m = 1$ .

$$P(A) = \frac{1}{40320}.$$

Ответ:  $P(A) = \frac{1}{40320}$ .

**Задача 3.** *Имеется 25 российских и 15 белорусских марок. Какова вероятность того, что из пяти выбранных наугад марок окажется 3 российские и 2 белорусские марки?*

**Решение.**

*Испытание.* Из 40 марок наудачу извлекают 5.

*ПЭС:* каждое элементарное событие  $\omega$  – появление определенной пятерки марок, поэтому, чтобы определить число точек в ПЭС, нужно решить комбинаторную задачу: скольким числом способов из 40 марок можно выбрать 5? Эту задачу решим по известному алгоритму:

Число элементов во множестве, из которого выбираем  $n = 40$ .

Длина выборки  $m = 5$ .

Характер выборки: 1) неупорядоченная; 2) без повторений.

Каждый набор из 5 марок есть сочетание без повторений, поэтому имеем  $C_{40}^5 = \frac{40!}{5! \cdot 35!} = 658008$ .

Таким образом, число точек в ПЭС равно  $n = 658008$ .

*КСИ выполняется.*

*Событие A*: появились 3 российские и 2 белорусские марки.

Чтобы определить число исходов, благоприятствующих данному событию, нужно решить комбинаторную задачу: скольким числом способов можно выбрать 3 российские марки из 25 и 2 белорусские марки из 15? В результате решения получаем, что число исходов, благоприятствующих для *События A*,  $m = C_{26}^3 \cdot C_{15}^2 = 241500$ .

$$P(A) = \frac{m}{n} = \frac{241500}{658008} = 0,367.$$

Ответ:  $P(A) = 0,367$ .

*Замечание.* Может показаться, что совсем не нужно каждый раз останавливаться на проверке условий КСИ, так как они все равно выполняются. Но это очень важный момент при решении вероятностной задачи.

**Заключение.** Теория вероятностей неразрывно связана с нашей повседневной жизнью. Это дает замечательную возможность установить многие вероятностные законы опытным путем, многократно повторяя случайные эксперименты. Можно научиться вычислять вероятность случайных событий в реальных жизненных ситуациях, что позволит оценивать шансы на успех, проверять гипотезы, принимать решения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баврин, И. И. Теория вероятностей и математическая статистика / И. И. Баврин. – М.: Высш. шк., 2005. – 160 с.
2. Большев, Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. – М.: Наука, 2005. – 200 с.
3. Боровков, А. А. Математическая статистика / А. А. Боровков. – М.: Наука, 2004. – 440 с.

УДК 51

**Глинская Е. Е.**, студентка 1-го курса факультета бухгалтерского учета  
**УДИВИТЕЛЬНОЕ ЧИСЛО ПИ**

*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** окружность, диаметр, длина, отношение, символ.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается история открытия и исследования числа Пи. Его значение и применение в различных областях науки, таких как математика, физика, статистика и инженерия.

**Keywords:** circumference, diameter, length, ratio, symbol.

**Summary.** This article examines the history of the discovery and research of the number Pi. Its significance and application in various fields of science such as mathematics, physics, statistics and engineering.

**Введение.** Число Пи ( $\pi$ ) – это математическая константа, приблизительно равная 3,14. Оно используется для вычисления длины окружности и находит применение в различных областях науки, таких как математика, физика, статистика и инженерия.

До 1700-х гг. это число называли «отношением длины окружности к диаметру» или использовали конкретные значения числа Пи для решения задач. Валлийский математик Уильям Джонс, друг Исаака Ньютона, начал использовать символ числа Пи в 1706 г. Греческая буква  $\pi$  – первая буква слов «периферия» и «периметр».

**Цель исследования** состоит в изучении и исследовании числа Пи и его невероятнейшего магического значения.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающийся в изучении тех или иных фактов из научных и публикационных исследований.

**Результаты исследования.** У окружности есть два основных параметра: диаметр и длина. Чтобы определить диаметр, необходимо разделить длину окружности на число Пи, а для вычисления длины окружности диаметр умножают на Пи. Число  $\pi$  является иррациональным, это означает, что после запятой следует бесконечное количество цифр, которые не образуют повторяющейся последовательности. Поэтому его невозможно записать полностью, и обычно используется приближенное значение.

Обычно число округляют до двух знаков после запятой: 3,14. Для более точных расчетов применяют десять знаков: 3,1415926535. Также Пи часто представляют в виде дроби, например, 22/7, что является приближением. У числа Пи есть свой праздник – 14 марта. Если записать эту дату в американском формате, получится 3,14. Кроме того, 22 июля, что соответствует 22,7, отмечается как «день приближенного числа Пи». В день числа Пи принято есть пирог, так как в английском языке слово *pie* звучит похоже на *pie* – «пирог».

Число Пи начали использовать примерно 4000 лет назад. Вавилоняне оценили его значение как 3,125, а в Египте применяли значение 3,16. Ученые из Греции, Индии и Китая также пытались вычислить это число, опираясь на свои знания в области строительства.

Древнегреческий математик Архимед стал первым, кто смог определить значение  $\pi$  с точностью до сотых. Он измерял эту константу, вписывая круги в многоугольники, и получил так называемое архимедово число –  $22/7$ , что приблизительно равно 3,1429.

В 1706 г. математик Вильям Джонс впервые ввел символ для числа  $\pi$ , используя греческую букву  $\pi$ , так как она является первой буквой слов «периферия», что на греческом языке означает «окружность» и «периметр». Леонард Эйлер, признанный одним из величайших математиков, популяризировал число  $\pi$ , сделав его предметом изучения в школах и университетах.

Число  $\pi$  находит широкое применение в различных областях науки, техники и повседневной жизни. Вот некоторые из них:

1. *Математика.* Используется для расчетов окружностей, дуг, площадей кругов и сфер, объемов шаров и цилиндров, а также в формулах теории вероятностей и статистики, которые особенно актуальны в Data Science. В статье мы рассказываем о том, какая математика необходима дата-сайентисту.

2. *Физика.*  $\pi$  встречается в формулах, описывающих циркулярные и периодические движения, например в законах Ньютона и законах сохранения энергии и момента импульса.

3. *Инженерия.* Применяется при проектировании и расчете конструкций, деталей машин, гидравлических систем, электрических цепей и других инженерных задач.

4. *Компьютерные науки.* Используется для разработки алгоритмов и программ, предназначенных для вычислений, визуализации данных и моделирования процессов.

5. *Астрономия.* С его помощью определяют расстояния до небесных тел, размеры звезд и планет, а также движения спутников и их орбит, включая космические корабли. Для расчета межпланетных траекторий инженеры NASA округляют число  $\pi$  до 15 знаков после запятой.

6. *Строительство.* Применяется при проектировании и возведении объектов с круглыми и дуговыми формами, таких как колонны, арки, тоннели и дороги.

7. *Медицина.* Используется для анализа медицинских изображений, расчета объемов органов и определения характеристик биологических структур.

8. *Квантовая механика.* Число  $\pi$  имеет большое значение, так как многие аспекты связаны с формулой движения электронов по орбитам в атоме водорода, предложенной Нильсом Бором.

Цифры десятичного представления числа  $\pi$  достаточно случайны. В нем отсутствует любая последовательность цифр, просто надо ее найти. В этом числе присутствуют в закодированном виде все написанные и ненаписанные книги, любая информация, которая может быть выдумана, уже заложена в  $\pi$ . Надо только рассмотреть побольше знаков, найти нужный участок и расшифровать его.

**Заключение.** Число  $\pi$  – это не просто математическая константа, а символ бесконечности и точности. Здесь каждый может найти номер своего телефона, дату своего рождения или домашний адрес. Поскольку в последовательности знаков числа Пи нет повторений – это значит, что последовательность знаков Пи подчиняется теории хаоса, точнее число Пи – это и есть хаос, записанный цифрами.

Оно вдохновляет математиков, ученых и любителей математики на протяжении веков. Исследование  $\pi$  открывает новые горизонты для математических открытий и помогает глубже понять окружающий нас мир.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нильс Бором, Л. Число Пи: от древности до современности / Л. Бором Нильс. – М.: Наука, 2005.
2. Каплан, С. Число Пи: история и загадки / С. Каплан. – СПб.: Питер, 2011.
3. Хейли, Д. Пи: бесконечное число / Д. Хейли. – М.: Астрель, 2014.
4. Зеленицкий, А. Пи: математическая красота / А. Зеленицкий. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.

УДК 512.624.95

**Гуминская А. А.**, магистрант

### **ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА В КРИПТОГРАФИИ**

*Научный руководитель – Кожуренко Н. В., канд. физ.-мат. наук, доцент*

УО «Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова», Могилев, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** дискретная математика, криптография, алгоритмы шифрования, теория чисел, симметричные и асимметричные алгоритмы, защита информации.

**Аннотация.** В статье рассматривается роль дискретной математики в криптографии, акцентируется внимание на ее значении для разработки надежных систем защиты информации. Описываются основные математические концепции, такие как теория чисел, а также их приме-

нение в современных алгоритмах шифрования. Анализируются симметричные и асимметричные методы, подчеркивается необходимость постоянного обновления и улучшения криптографических систем в условиях цифровизации. Ожидается, что актуальность данной темы будет возрастать с увеличением объемов передаваемой информации.

**Keywords:** discrete mathematics, cryptography, encryption algorithms, number theory, symmetric and asymmetric algorithms, information security

**Summary.** This article explores the role of discrete mathematics in cryptography, highlighting its importance in the development of reliable information protection systems. Key mathematical concepts such as number theory are discussed along with their application in modern encryption algorithms. Symmetric and asymmetric methods are analyzed, emphasizing the need for continuous updates and enhancements of cryptographic systems in the context of digitalization. The relevance of this topic is expected to increase alongside the growing volumes of transmitted information.

Криптография – это наука, которая изучает методы защиты информации от несанкционированного доступа. Криптографические алгоритмы используются для обеспечения конфиденциальности, целостности и аутентификации данных в различных областях, включая электронную почту, банковские транзакции, онлайн-покупки и многое другое [1]. С развитием Интернета и электронных коммуникаций необходимость в надежных системах защиты данных стала критически актуальной. Основу современных криптографических систем составляет дискретная математика, включая теорию чисел, комбинаторику и графы. Эти математические дисциплины обеспечивают надежные механизмы для создания шифров, защищающих информацию от несанкционированного доступа.

**Основы криптографии.** Современный мир требует высокой степени защиты данных, поскольку количество передаваемой информации и число киберугроз растет с каждым днем. Криптография становится краеугольным камнем безопасности в различных сферах, таких как:

- финансовые транзакции. Защита данных кредитных карт и банковских операций;
- электронная почта. Шифрование сообщений для предотвращения их перехвата;
- облачные технологии. Защита данных, хранящихся в облачных сервисах, от несанкционированного доступа.

Эти примеры подчеркивают необходимость в эффективных криптографических методах для защиты как личной, так и профессиональной информации.

Существует два основных типа криптографических алгоритмов: симметричные и асимметричные.

**Симметричные алгоритмы** – это алгоритмы, которые используют один и тот же ключ для шифрования и расшифрования информации. Одинаковый ключ должен быть известен обеим сторонам, которые хотят обмениваться зашифрованными данными. Примерами симметричных алгоритмов являются AES, XTEA, DES, RC6, Camellia. Эти алгоритмы часто используются для защиты данных на уровне файловых систем и для шифрования трафика.

**Асимметричные алгоритмы** – это алгоритмы, которые используют два различных ключа: открытый и закрытый. Открытый ключ может быть свободно распространен, в то время как закрытый ключ должен быть известен только владельцу. Это позволяет любому пользователю отправить сообщение, зашифрованное открытым ключом, который может быть расшифрован только закрытым ключом. Примерами асимметричных алгоритмов являются RSA, DSA, Elgamal, ECC [1]. Асимметричная криптография часто используется для безопасной передачи данных и в системах цифровых подписей.

**Роль теории чисел.** Особое значение в криптографии уделяется теории чисел, которая изучает свойства целых чисел и является ключевой для таких алгоритмов, как RSA (аббревиатура от фамилий Rivest, Shamir и Adleman), основанием которой является то, что большие числа сложно разложить на множители [1]. Этот алгоритм иллюстрирует, как математические принципы используются для защиты данных: хотя умножение двух простых чисел выполняется быстро, обратная операция – разложение произведения на множители – представляет собой вычислительную задачу.

**Дискретная математика и криптография.** Дискретная математика играет важную роль в разработке криптографических систем, предоставляя необходимые инструменты и концепции для обеспечения безопасности данных. Основные области дискретной математики, имеющие отношение к криптографии, включают:

- **теорию групп.** Эта область используется для создания систем шифрования, таких как алгоритм цифровой подписи DSA (Digital Signature Algorithm). В рамках теории групп операции выполняются

так, чтобы свойства группы обеспечивали надежность и безопасность шифрования;

- **комбинаторику.** Она помогает в анализе вероятностей атак и оценке сложности криптографических алгоритмов. Использование комбинаторных методов позволяет лучше понять уязвимости и риски, связанные с конкретными подходами к шифрованию;

- **графы.** Графы применяются в сетевой криптографии для моделирования и анализа передачи данных. Это позволяет исследовать взаимодействия между различными компонентами сетей и выявлять потенциальные угрозы.

Эти дисциплины не только способствуют разработке новых криптографических систем, но и помогают в оценке существующих алгоритмов на предмет возможных уязвимостей, что является критически важным для обеспечения безопасности информации в современном цифровом мире.

Важность дискретной математики в криптографии заключается в том, что многие алгоритмы шифрования и дешифрования основаны на математических концепциях и методах, таких как теория чисел, теория групп, теория поля и комбинаторика. Дискретная математика предоставляет криптографии необходимые инструменты для создания безопасных систем передачи данных и защиты информации [2]. Однако, несмотря на высокую степень надежности, алгоритмы подвержены атакам, что требует постоянного исследования и обновления методов защиты. Важно отметить, что дискретная математика не только способствует созданию новых криптографических систем, но и помогает выявлять уязвимости в существующих.

**Современные вызовы и будущее криптографии.** С развитием технологий, таких как квантовые вычисления, традиционные криптографические алгоритмы могут стать уязвимыми. Квантовые компьютеры способны решать некоторые задачи, которые сейчас являются трудными для классических компьютеров, например, разложение больших чисел на множители. Это ставит перед исследователями задачу разработки постквантовых криптографических алгоритмов, которые будут устойчивы к атакам со стороны квантовых систем.

Кроме того, с увеличением объемов передаваемой информации и ростом киберугроз, актуальность криптографии будет только расти. Постоянное совершенствование математических моделей и алгоритмов шифрования необходимо для обеспечения безопасности данных в условиях цифровизации.

**Заключение.** Таким образом, дискретная математика является основой криптографических технологий и необходима для создания более безопасных методов защиты информации. С учетом стремительного развития технологий и увеличения объемов передаваемой информации актуальность данной области будет только расти. Постоянное совершенствование математических моделей и алгоритмов шифрования необходимо для обеспечения безопасности данных в условиях цифровизации. Важно продолжать исследования в этой области, чтобы создавать более безопасные и эффективные методы защиты информации от угроз, возникающих в цифровом пространстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вульф, А. Криптография. Основы практического шифрования и криптографии / А. Вульф. – Издательское решение, 2023. – С. 100.
2. Новиков, В. А. Алгоритмы шифрования и дешифрования с помощью методов дискретной математики / В. А. Новиков, М. В. Жак, Е. Г. Вашкевич // Компьютерные системы и сети: сб. ст. 59-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 487–493.

УДК 929:51

**Денисова А. Р.**, студентка 1-го курса факультета бухгалтерского учета  
**ИСААК НЬЮТОН: БИОГРАФИЯ И ЕГО МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
НАЧАЛА НАТУРАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ**

*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** ученый, философия, математика, физика, механика, относительность, тяготение.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются краткая биография Исаака Ньютона, история создания и значение для всемирной науки его знаменитого труда «Математические начала натуральной философии».

**Keywords:** scientist, philosophy, mathematics, physics, mechanics, relativity, gravity.

**Summary.** This article discusses a brief biography of Issac Newton. the history of creation and the significance for world science of his famous work "Mathematical principles of Natural Philosophy".

**Введение.** Важность и общность открытий, относящихся к системе мира и к наиболее интересным вопросам математической физики, большое число оригинальных и глубоких мыслей, ставших зародышем многих блестящих теорий геометров прошлого века, – всё это, изложенное с большой элегантностью, обеспечивает труду о «Началах» превосходство над другими произведениями человеческого ум – эта книга навсегда останется памятником глубины гения, открывшего нам великий закон Вселенной.

**Цель исследования** – изучение и констатация основных фактов жизни и научной деятельности Исаака Ньютона.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающийся в изучении тех или иных фактов из жизни ученого на основе имеющейся априорной информации.

**Результаты исследования.** Исаак Ньютон родился в деревне Вулсторп (англ. Woolsthorpe, графство Линкольншир) в канун гражданской войны. Отец Ньютона, мелкий, но преуспевающий фермер Исаак Ньютон (1606–1642), не дожил до рождения сына. Мальчик родился преждевременно, был болезненным, поэтому его долго не решались крестить. И все же он выжил, был крещен (1 января) и назван Исааком в память об отце. Факт рождения под Рождество Ньютон считал особым знаком судьбы. Несмотря на слабое здоровье в младенчестве, он прожил 84 года [1].

В 1655 г. 12-летнего Ньютона отдали учиться в расположенную неподалеку школу в Грэнтеме, где он жил в доме аптекаря Кларка. Вскоре мальчик показал незаурядные способности, однако в 1659 г. мать Анна вернула его в поместье и попыталась возложить на 16-летнего сына часть дел по управлению хозяйством. Попытка не имела успеха – Исаак предпочитал всем другим занятиям чтение книг, стихосложение и особенно конструирование различных механизмов. В это время к Анне обратился Стокс, школьный учитель Ньютона, и начал уговаривать ее продолжить обучение необычайно одаренного сына; к этой просьбе присоединились дядя Уильям и грэнтемский знакомый Исаака (родственник аптекаря Кларка) Хэмфри Бабингтон, член Кембриджского Тринити-колледжа. Объединенными усилиями они, в конце концов, добились своего. В 1661 г. Ньютон успешно окончил школу и отправился продолжать образование в Кембриджский университет.

В июне 1661 г. 18-летний Ньютон приехал в Кембридж. Согласно уставу, ему устроили экзамен на знание латинского языка, после чего

сообщили, что он принят в Тринити-колледж (Колледж Святой Троицы) Кембриджского университета. С этим учебным заведением связан более 30 лет жизни Ньютона. Его зачислили в разряд студентов-«сайзеров» (англ. *sizar*), с которых не брали платы за обучение (вероятно, по рекомендации Бабингтона). По нормам того времени, сайзер был обязан оплачивать свое обучение путем различных работ в Университете, либо путем оказания услуг более богатым студентам. Документальных свидетельств и воспоминаний об этом периоде его жизни сохранилось очень мало. В эти годы окончательно сложился характер Ньютона – стремление дойти до сути, нетерпимость к обману, клевете и угнетению, равнодушие к публичной славе. В апреле 1664 г. Ньютон, сдав экзамены, перешел в более высокую категорию старшекурсников (*scholars*), что дало ему право на стипендию и продолжение обучения в колледже.

В марте-июне 1666 г. Ньютон посетил Кембридж. 1 октября он был избран членом Тринити-колледжа, а в 1668 г. стал магистром. Ему выделили просторную отдельную комнату для жилья, назначили оклад (2 фунта в год) и передали группу студентов, с которыми он несколько часов в неделю добросовестно занимался стандартными учебными предметами. Впрочем, ни тогда, ни позже Ньютон не прославился как преподаватель, его лекции посещались плохо.

История создания труда «Математические начала натуральной философии», одного из самых знаменитых в истории науки, началась в 1682 г., когда прохождение кометы Галлея вызвало подъем интереса к небесной механике. Эдмонд Галлей пытался уговорить Ньютона опубликовать его «общую теорию движения», о которой уже давно ходили слухи в ученом сообществе. Ньютон, не желая втягиваться в новые научные споры и пререкания, отказался.

В августе 1684 г. Галлей приехал в Кембридж и рассказал Ньютону, что они с Реном и Гуком обсуждали, как из формулы закона тяготения вывести эллиптичность орбит планет, но не знали, как подступиться к решению. Ньютон сообщил, что у него уже есть такое доказательство, и в ноябре прислал Галлею готовую рукопись. Тот сразу оценил значение результата и метода, немедленно снова навещил Ньютона и на этот раз сумел уговорить его опубликовать свои открытия [1].

Труд Ньютона (возможно, по аналогии с «Началами философии» Декарта (1644) или, по мнению некоторых историков науки, как вызов картезианцам) получил название «Математические начала натураль-

ной философии» (лат. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*), т. е. на современном языке «Математические основы физики».

28 апреля 1686 г. первый том «Математических начал» был представлен Королевскому обществу. Все три тома, после некоторой авторской правки, вышли в 1687 г. Тираж (около 300 экземпляров) был распродан за 4 года – для того времени очень быстро.

Как по физическому, так и по математическому уровню труд Ньютона качественно превосходит работы всех его предшественников. В нем отсутствует аристотелева или декартова метафизика с ее туманными и неясно сформулированными рассуждениями. Метод Ньютона – создание модели явления, «не измышляя гипотез», а потом уже, если данных достаточно, поиск его причин. Такой подход, начало которому было положено Галилеем, означал конец старой физики [2].

В своей книге Ньютон ясно определил базовые понятия механики, причем ввел несколько новых, включая такие важнейшие физические величины, как масса, внешняя сила и количество движения. Сформулированы три закона механики. Приведен строгий вывод из закона тяготения всех трех законов Кеплера. Отметим, что были описаны и неизвестные Кеплеру гиперболические и параболические орбиты небесных тел. Истинность гелиоцентрической системы Коперника Ньютон прямо не обсуждает, но подразумевает; он даже оценивает отклонение Солнца от центра масс Солнечной системы. Другими словами, Солнце в системе Ньютона, в отличие от кеплеровской, не покоится, а подчиняется общим законам движения. В общую систему включены и кометы, вид орбит которых вызывал тогда большие разногласия.

Слабым местом теории тяготения Ньютона, по мнению многих ученых того времени, было отсутствие объяснения природы этой силы. Ньютон изложил только математический аппарат, оставив открытыми вопросы о причине тяготения и его материальном носителе. Для научной общественности, воспитанной на философии Декарта, это был непривычный и вызывающий подход, и лишь триумфальный успех небесной механики в XVIII в. заставил физиков временно примириться с ньютоновской теорией. Физические основы тяготения прояснились только спустя более чем два века, с появлением Общей теории относительности. Математический аппарат и общую структуру книги Ньютон построил максимально близкими к признанному его современниками стандарту научной строгости – «Началам» Евклида. Математический анализ он сознательно почти нигде не использовал:

применение новых, непривычных методов поставило бы под угрозу доверие к изложенным результатам. Эта осторожность, однако, обесценила ньютоновский метод изложения для следующих поколений читателей [3].

**Заключение.** Книга Ньютона была первой работой по новой физике и одновременно одним из последних серьезных трудов, использующих старые методы математического исследования. Все последователи Ньютона уже использовали мощные методы математического анализа. В течение всего XVIII в. аналитическая небесная механика интенсивно развивалась, и со временем все упомянутые расхождения были полностью объяснены взаимовлиянием планет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Питер, Акройд. Исаак Ньютон. Биография / Акройд Питер. – М.: Изд-во Колибри, Азбука-Аттикус, 2011. – 62 с.
2. Антропова, В. И. О геометрическом методе «Математических начал натуральной философии» И. Ньютона / В. И. Антропова // Историко-математические исследования. – М.: Наука, 1966. – № 17. – С. 205–228.
3. Дорфман, Я. Г. Теоретический фундамент классической физики / Я. Г. Дорфман // Всемирная история физики. С древнейших времён до конца XVIII века. – Изд. 2-е. – М.: КомКнига, 2007. – 352 с.

УДК 51(075)

**Заенчковский Д. А.**, студент 1-го курса факультета механизации сельского хозяйства

### **ПРИМЕНЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ**

*Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** определенный интеграл, применение определенного интеграла, вычисление площадей плоских фигур.

**Аннотация.** Определенный интеграл – один из основных инструментов не только в высшей математике, но и в прикладных науках. Он широко используется во многих областях математики, физики и инженерии.

В данной работе мы рассмотрим теоретические основы определенного интеграла, а также его практическое применение для нахождения площадей простых и сложных геометрических фигур.

Анализируя изученный материал, используемый при написании данной работы, можно сделать вывод, что инструментарий определенного интеграла расширяет возможности инженерной мысли. Он помогает инженерам моделировать и анализировать сложные процессы, оптимизировать конструкции и принимать обоснованные решения.

**Keywords:** a definite integral, the application of a definite integral, the calculation of the areas of plane figures.

**Summary.** A definite integral is one of the main tools not only in higher mathematics, but also in applied sciences. It is widely used in many fields of mathematics, physics, and engineering.

In this paper, we will consider the theoretical foundations of a certain integral, as well as its practical application for finding the areas of simple and complex geometric shapes.

Analyzing the studied material used in writing this work, it can be concluded that the tools of a certain integral expand the possibilities of engineering thought. It helps engineers model and analyze complex processes, optimize designs, and make informed decisions.

**Введение.** Определенный интеграл – один из основных инструментов не только в высшей математике, но и в прикладных науках. Он широко используется во многих областях математики, физики и инженерии. С помощью определенного интеграла можно находить площади плоских фигур и объемы тел вращения. В механике и физике определенные интегралы позволяют рассчитывать работу силы, моменты инерции, давление, центра масс сложных объектов и другие физические величины [1]. В теории вероятностей интегралы применяются для нахождения вероятностей событий, числовых характеристик случайных величин. В биологии, экономике и других науках интегралы помогают описывать процессы роста, деградации или изменения систем.

В данной работе мы рассмотрим теоретические основы определенного интеграла, а также его практическое применение для нахождения площадей простых и сложных геометрических фигур.

**Теоретические основы.** Пусть функция  $y = f(x)$  определена на отрезке  $[a; b]$  (рис. 1). Выполним следующие действия [1, 2].

Разобьем отрезок  $[a; b]$  точками  $x_0 = a, x_1, x_2, \dots, x_n = b$  на  $n$  отрезков  $[x_0; x_1], [x_1; x_2], \dots, [x_{n-1}; x_n]$ , которые называются частичными.

В каждом частичном отрезке  $[x_{i-1}; x_i]$  произвольно выберем точку  $c_i \in [x_{i-1}; x_i]$ , вычислим значение функции в этой точке  $f(c_i)$  и произведение  $f(c_i)\Delta x_i$ , где  $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$ .

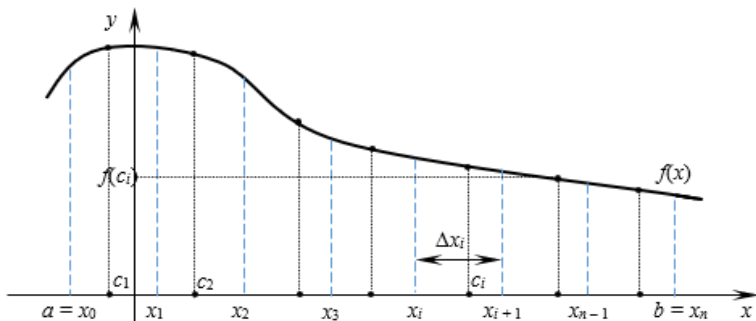


Рис. 1

Если существует предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(c_i) \Delta x_i$ , который не зависит ни от способа разбиения отрезка  $[a; b]$ , ни от выбора точек  $c_i \in [x_{i-1}; x_i]$ , то он называется *определенным интегралом* от функции  $y = f(x)$  на отрезке

$[a; b]$  и обозначается  $\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(c_i) \Delta x_i$ .

Числа  $a$  и  $b$  называются нижним и верхним пределами интегрирования, а отрезок  $[a; b]$  – отрезком интегрирования.

С геометрической точки зрения если определенный интеграл существует и конечен, то результат его интегрирования по абсолютной величине выражает площадь некоторой плоской фигуры [1–3].

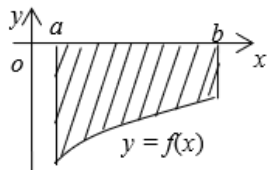
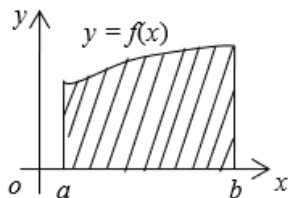
При этом возможны три случая:

– для вычисления площади криволинейной трапеции применяется

формула  $S = \int_a^b f(x) dx$ ;

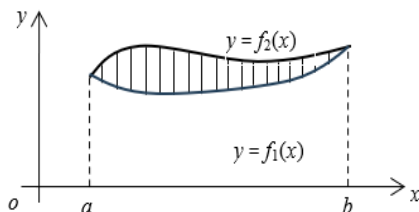
– для вычисления площади плоской фигуры, ограниченной сверху осью  $Ox$ , с боков прямыми  $x = a$ ,  $x = b$ , снизу кривой  $y = f(x)$ , используется

формула  $S = -\int_a^b f(x) dx$ ;



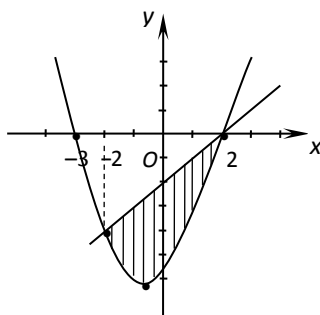
– для вычисления площади плоской фигуры, ограниченной пересечением двух линий  $y = f_1(x)$ ,  $y = f_2(x)$ , расчетная формула имеет вид

$$S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x)) dx.$$



На основании предложенной методики вычислим площадь фигуры, ограниченной линиями  $y = x^2 + x - 6$ ,  $y - x + 2 = 0$ .

Графиком функции  $y = x^2 + x - 6$  является парабола, ветви которой направлены вверх. Найдем точки пересечения параболы с осью  $Ox$ :  $x^2 + x - 6 = 0$ ,  $D = 1 - 4 \cdot 1 \cdot (-6) = 25$ ,  $x_1 = -3$ ,  $x_2 = 2$ . Уравнение прямой



$y - x + 2 = 0$  запишем в виде  $y = x - 2$ . Изобразим эти линии в системе координат и вычислим площадь заштрихованной фигуры.

Найдем абсциссы точек пересечения линий:  $x^2 + x - 6 = x - 2$ ,  $x^2 - 4 = 0$ ,  $x_1 = -2$ ,  $x_2 = 2$ . Тогда площадь заштрихованной фигуры

$$\begin{aligned} \text{равна } & \int_{-2}^2 (x - 2 - (x^2 + x - 6)) dx = \int_{-2}^2 (-x^2 + 4) dx = \left( -\frac{x^3}{3} + 4x \right) \Big|_{-2}^2 = \\ & = -\frac{2^3}{3} + 4 \cdot 2 - \left( -\frac{(-2)^3}{3} + 4 \cdot (-2) \right) = -\frac{8}{3} + 8 - \frac{8}{3} + 8 = 10 \frac{2}{3} \text{ (кв. ед.)}. \end{aligned}$$

**Заключение.** Определенный интеграл является мощным инструментом для решения множества практических задач, одна из которых – вычисление площади плоской фигуры. В данной работе нами рассмотрены основные принципы вычисления площадей с помощью определенного интеграла, продемонстрирован пример реализации теоретических аспектов.

Анализируя изученный материал, используемый при написании данной работы, можем сделать вывод, что инструментарий определенного интеграла расширяет возможности инженерной мысли. Он помогает инженерам моделировать и анализировать сложные процессы, оптимизировать конструкции и принимать обоснованные решения. Это универсальный инструмент, необходимый во многих профессиональных сферах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крючков, Е. Н. Математика: курс лекций / Е. Н. Крючков, С. В. Курзенков. – Горки: БГСХА, 2022. – 289 с.
2. Курзенков, С. В. Математика: практикум: в 2 ч. / С. В. Курзенков, Е. Н. Крючков. – Горки: БГСХА, 2024. – 163 с.
3. Курзенков, С. В. Высшая математика. Интегральное исчисление функции одной переменной: пособие / С. В. Курзенков, Т. Б. Воронкова, Т. В. Левкина. – Горки: БГСХА, 2019. – 94 с.

УДК 519.766

**Каранкевич М. А.**, студент 1-го курса факультета бизнеса и права  
**А. Н. КОЛМОГОРОВ – МАТЕМАТИК И ПЕДАГОГ**  
*Научный руководитель – Гуминская А. А., преподаватель-стажер  
кафедры высшей математики и физики*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Колмогоров, математическая культура, статистические исследования, реформа, школьное математическое образование, академия наук.

**Аннотация.** В статье исследуется вклад Андрея Николаевича Колмогорова в развитие математического образования в СССР и за рубежом. Рассматриваются его усилия по созданию универсальной программы обучения и реформированию школьного математического образования. Основное внимание уделяется его биографии, научным работам и созданию специализированной физико-математической школы. Подчеркивается, что работы Колмогорова значительно повлияли на методику преподавания математики и на развитие отечественной образовательной системы.

**Keywords:** Kolmogorov, mathematical culture, statistical research, reform, school mathematical education, Academy of Sciences.

**Summary.** The article examines the contribution of Andrey Nikolaevich Kolmogorov to the development of mathematical education in the USSR and abroad. His efforts to create a universal curriculum and reform school mathematical education are considered. The main focus is on his biography, scientific papers and the creation of a specialized physics and mathematics school. It is emphasized that Kolmogorov's works significantly influenced the teaching methodology of mathematics and the development of the national educational system.

**Введение.** Вопросы математического образования остаются актуальными на протяжении многих лет, привлекая внимание педагогов и ученых по всему миру. В условиях постоянно меняющегося общества и новых вызовов, стоящих перед образовательными системами, поиск эффективных методов обучения становится особенно важным. Одним из выдающихся исследователей в данной области является Андрей Николаевич Колмогоров, чьи работы и подходы к обучению сыграли ключевую роль в реформировании математического образования не только в СССР, но и за его пределами.

**Актуальность исследования** темы обусловлена тем, что в данный момент ведется полемика по поводу способа обучения школьников.

**Объектами исследования** стали биография ученого, работы и документы, определяющие его участие в реформировании системы школьного образования.

**Цель работы** – выявить вклад А. Н. Колмогорова в формирование современной системы образования.

**Задачи:** работа с биографией ученого; изучение документов его коллег, которые в должной мере могут определить его вклад в науку; выявление изменений, которые он внес в систему, и их актуальность; исследование участия Колмогорова в поддержании высокой образованности молодого поколения.

Андрей Николаевич Колмогоров – профессор Московского университета, один из выдающихся математиков XX в., заслуженно признанный многими международными научными кругами. Являлся членом Национальной академии наук США и Американской академии искусств и наук, членом Королевской академии наук Нидерландов и Академии наук Финляндии, также член Французской академии наук и Немецкой академии естественных наук «Леопольдина», член Румынской, Венгерской и польской национальных академий [1].

**Программа подъема математической культуры.** В начале 60-х гг. Колмогоров, сильно подавленный низкой культурой статистических

исследований в стране, открыл на механическом факультете университета лабораторию вероятностных и статистических методов в математике. Получив таким образом возможность привлечь новых сотрудников для прикладных исследований, Колмогоров разработал план статистических экспериментов. Пригласил специалиста в этой области В. В. Налимова и организовал с ним работу семи отделов: теоретического, за который он отвечал; теории вероятностей и случайных процессов; планирования экспериментов; статистических методов в медицине; теории надежности и массового ухода; статистические методы в геологии.

Колмогоров основывает при лаборатории библиотеку по теории вероятностей и математической статистике. В 1963 г. Колмогорову было присвоено звание Героя Социалистического Труда «За выдающиеся заслуги в области математики» [2].

**Реформа школьного математического образования.** К середине 1960-х гг. руководство Министерства просвещения СССР пришло к заключению, что система преподавания математики в советской средней школе находится в глубоком кризисе и нуждается в реформах. Было признано, что в средней школе преподается лишь устаревшая математика. Модернизация системы математического образования осуществлялась Министерством просвещения СССР при участии Академии педагогических наук и Академии наук СССР. Руководство Отделения математики АН СССР рекомендовало для работы по модернизации академик А. Н. Колмогорова [3].

Начиная с этого времени Андрей Николаевич дает направление своей деятельности на реформирование математического образования в средней школе.

Основная цель реформы заключалась в интенсифицировании преподавания, приблизившая его к проблемам, рассматриваемым математиками не в древности, а в исторические периоды, близкие к нынешнему времени. Предполагалось завершить курс математики рассмотрением дифференциального и интегрального исчисления и теории вероятностей, т. е. изучением теории множеств. Программа предусматривала коренное изменение идеологии и содержания обучения математике [2].

В результате определились структура курса и основные методические принципы на предстоящий период. В статье «Новые программы и некоторые основные вопросы усовершенствования курса математики в средней школе» Колмогоров дал обстоятельную характеристику обновленного курса школьной математики. Эта статья отражает и глав-

ную идею реформы: курс математики должен строиться на основе специфических для математики общих принципов, понятий и закономерностей, которые с единых позиций и с должной научной строгостью позволяют изложить весь материал. В качестве такой общей идеи и был выбран теоретико-множественный подход.

Школьным математическим образованием Колмогоров занимается непосредственно. В том же 1963 г. он открывает в Москве специализированную физико-математическую школу-интернат для одаренных ребят из провинции. Он же возглавляет ее попечительский совет, сам ведет уроки и читает лекции, проводит выездные школы летом по отбору новых учащихся и, конечно, пишет учебники, которые используются до сих пор.

В 1939 г. Колмогоров вместе с П. С. Александровым пишет школьный учебник «Алгебра». Позже он описывал его создание так: «Мы везде стремились соединить понятность изложения с его достаточной обстоятельностью и логической безупречностью. При этом мы исходили из убеждения, что наша книга будет верным и надежным руководителем для учащегося не только при первом знакомстве с предметом, но и при дальнейшем изучении математики».

1954 г. – первый выпуск учебника (совместно с С. В. Фоминым) «Элементы теории функций и функционального анализа» (последнее 6-е издание – в 1989 г., после смерти А. Н. Колмогорова) [4].

Колмогоровская школа с 1989 г. непосредственно состоит при университете и официально носит его имя. Эта школа очень авторитетна, и многие студенты, стремящиеся поступить в главный вуз России, сначала оканчивают ее.

Долгие годы Колмогоров возглавлял математический отдел Большой и Малой Советских энциклопедий, был основателем и первым главой редакции математики и механики в Издательстве иностранной литературы, а в 1970 г. Андрей Николаевич вместе с И. К. Кикоиным учреждает новый физико-математический журнал для юношества «Квант» [2].

В пору студенческой юности Андрей Николаевич преподавал математику и физику в средней школе на ул. Потылиха в Москве.

**Заключение.** Методика обучения математике значительно продвинулась вперед благодаря работам Андрея Николаевича Колмогорова.

Дифференциация обучения, факультативные курсы, сеть специальных классов – такая система образования признана одним из главных направлений развития отечественной школы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колмогоров А. Н. Жизнь и научная деятельность. – URL: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/20> (дата доступа: 18.03.2025).
2. Математика – наука и профессия А. Н. Колмогорова. – URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/> (дата доступа: 18.03.2025).
3. Жизнь в поисках истины. К 100-летию со дня рождения Андрея Николаевича Колмогорова. – URL: <http://yubik.net.ru/> (дата доступа: 29.03.2025).
4. Элементы теории функций и функционального анализа. – URL: <https://djvu.online/file/acB4ODGXeJeSf> (дата доступа: 29.03.2025).

УДК 514

**Козырев Н. Ю.**, студент 1-го курса факультета бухгалтерского учета  
**БЛЕЗ ПАСКАЛЬ. «ВЕЛИКАЯ ПАСКАЛЕВА ТЕОРЕМА»**  
*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** геометрия, ученый, теорема, математика, физика, механика, робототехника.

**Аннотация.** Великая теорема Паскаля, ее формулировка и доказательство лежат в основе многих геометрических исследований и находят применение не только в различных областях современной математики, но и в механике и робототехнике.

**Keywords:** geometry, scientist, theorem, mathematics, physics, mechanics, robotics.

**Summary.** Pascal's Great Theorem, its formulation and proof, underlies many geometric studies and finds application in various fields not only in modern mathematics, but also in mechanics and robotics.

**Введение.** Великая теорема Паскаля занимает важное место в проективной геометрии. Ее формулировка и доказательство лежат в основе многих геометрических исследований и находят применение в различных областях современной математики [1]. Проективная геометрия, к которой относится данная теорема, представляет собой один из важнейших разделов математики, изучающих свойства фигур, инвариантные при проективных преобразованиях.

**Цель исследования** состоит в изучении и констатации основных фактов жизни и научной деятельности ученого.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающийся в изучении тех или иных фактов из жизни ученого на основе имеющейся априорной информации.

**Результаты исследования.** Великая теорема Паскаля утверждает, что если вписанный шестиугольник в коническое сечение (например, окружность, эллипс, параболу или гиперболу) имеет вершины, обозначенные последовательно как A, B, C, D, E, F, то три точки пересечения противоположных сторон (AB и DE, BC и EF, CD и FA) лежат на одной прямой, называемой прямой Паскаля.

Проективная геометрия играет ключевую роль в понимании свойств кривых второго порядка, и теорема Паскаля является одним из ее основополагающих результатов. Данная теорема может быть применена на кривые более высокого порядка, что делает ее универсальным инструментом в изучении геометрических структур [2]. В дальнейшем ее идеи легли в основу таких концепций, как двойственность, перспективные проекции и методы проективных преобразований.

Анализируя применение теоремы Паскаля в современной математике, можем отметить ее влияние на динамические системы и компьютерное моделирование. В частности, в системах компьютерной графики и визуализации трехмерных объектов принципы проективной геометрии, заложенные Паскалем, используются для построения перспективных проекций и оптимизации рендеринга изображений.

Теорема Паскаля тесно связана с другими важными результатами геометрии. В частности, ее можно рассматривать как частный случай теоремы Дезарга для перспективно связанных фигур. Кроме того, обобщением Великой теоремы Паскаля является теорема Бриансона, которая утверждает, что для описанного шестиугольника его три диагонали пересекаются в одной точке. Эта взаимосвязь позволяет углублять понимание проективных свойств фигур и способствует дальнейшему развитию математических методов.

Исторически доказательство теоремы Паскаля стало важным шагом в развитии проективной геометрии. В дальнейшем идеи Паскаля развивались в трудах таких математиков, как Жерар Дезарг, Жан-Виктор Понселе и Огюстен Луи Коши.

Их исследования привели к более глубокому пониманию проективных свойств кривых и пространственных фигур. Кроме того, теория проективных инвариантов, развившаяся на основе работ Паскаля, сыграла важную роль в создании современной алгебраической геометрии. Также теорема Паскаля тесно связана с теоремой Бриансона, являющейся ее двойственным случаем, что подчеркивает фундаментальность этих результатов.

Применение великой теоремы Паскаля выходит за рамки чистой математики. В частности, ее используют:

- в компьютерной графике, где проективные преобразования позволяют создавать реалистичные изображения и трехмерные модели;
- механике, где методы проективной геометрии помогают в анализе движения объектов;
- инженерных дисциплинах, связанных с обработкой изображений и построением перспективных проекций;
- архитектуре и дизайне, где принципы проективной геометрии используются для расчета перспективных и симметричных структур;
- физике, особенно в оптике, где принципы проективных преобразований применяются при изучении распространения света через различные среды;
- робототехнике, где методы проективной геометрии используются при создании алгоритмов машинного зрения и навигации. Современные исследования продолжают развивать идеи, заложенные в теореме Паскаля, находя им новые применения в алгебраической геометрии и математической физике.

Например, ее аналоги и обобщения используются в теории многообразий, в дифференциальной геометрии, а также в криптографии при проектировании устойчивых шифровальных алгоритмов. В квантовой теории поля элементы проективной геометрии позволяют моделировать пространственно-временные структуры, что делает применение этой области математики еще более значимым.

**Заключение.** Великая теорема Паскаля является краеугольным камнем проективной геометрии и продолжает оставаться актуальной в современной математической науке [3]. Ее универсальность и применимость делают ее важным инструментом в различных областях математики и техники. Развитие методов, основанных на этой теореме, способствует дальнейшему углублению знаний о свойствах геометрических объектов и их преобразованиях. Ее фундаментальные принципы используются в различных математических дисциплинах, включая алгебраическую геометрию и топологию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шулятьева, Н. А. Проективная геометрия и ее приложения / Н. А. Шулятьева // Математические исследования. – 2010. – № 4. – С. 32–40.
2. Климов, А. В. Теорема Паскаля и ее обобщения / А. В. Климов // Современная математика. – 2015. – № 7. – С. 12–19.
3. Иванов, П. С. Основы проективной геометрии / П. С. Иванов // Наука и техника. – 2008. – № 5. – С. 45–50.

УДК 519.612

**Кукурузяк С. П., Идоленко М. В.**, студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДИК РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ**

*Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** история, математика, системы линейных уравнений.

**Аннотация.** Системы линейных уравнений остаются актуальными благодаря их универсальности и применимости в широком спектре задач, поэтому они являются одним из ключевых математических понятий. Их исследование и решение стало возможным благодаря вкладам многих выдающихся математиков на протяжении истории.

**Keywords:** history, mathematics, systems of linear equations.

**Summary.** Systems of linear equations remain relevant due to their versatility and applicability in a wide range of problems, so they are one of the key mathematical concepts. Their research and solution has been made possible by the contributions of many outstanding mathematicians throughout history.

Решение систем линейных уравнений является основой линейной алгебры, которая широко используется в других разделах математики, таких как анализ, геометрия и теория чисел. Они применяются в физике, химии, биологии и других науках для моделирования процессов, расчета систем и анализа данных. Например, при исследовании электрических цепей используются уравнения Кирхгофа, представляющие собой системы линейных уравнений. В инженерных задачах, таких как проектирование конструкций, оптимизация процессов или анализ устойчивости систем, линейные уравнения необходимы для расчета параметров. Используются в IT-технологиях для машинного обучения, в компьютерной графике, криптографии и алгоритмах, где часто необходимо решать задачи линейной оптимизации. В экономике и финансах линейные уравнения помогают моделировать экономические процессы, предсказывать рыночные тенденции и оптимизировать затраты. Даже в повседневных задачах, таких как распределение ресурсов или планирование маршрута, они находят свое применение [1].

История линейной алгебры и методов решения систем линейных уравнений начинается в древности, когда человечество сталкивалось с необходимостью решать практические задачи, связанные с измерением, торговлей и архитектурой. Этот период включает достижения ранних цивилизаций, таких как Древний Египет и Вавилон, и продолжает развиваться в античной Греции и в средние века [1, 2].

Древние египтяне и вавилоняне использовали линейные уравнения для решения практических задач. Вавилонские глиняные таблички, одни из первых сохранившихся математических документов, датируются около 2000 г. до н. э. В них можно найти примеры, где применяются линейные уравнения для раздела собственности, распределения ресурсов и различных расчетов. Вавилоняне использовали метод проб и ошибок, чтобы найти решения уравнений, что уже являлось первыми шагами к систематизации методов решения.

Египетский математический текст «Рукопись Рема», который датируется примерно 1650 г. до н. э., также содержит рекомендации по решению линейных уравнений. В этом документе описаны примеры, в которых линейные уравнения применяются для нахождения площадей, объемов и пропорций. Подход, который используют египтяне, опирается на геометрию и арифметику, что подчеркивает важность практического применения математических знаний в повседневной жизни.

Переход к античной Греции в III в. до н. э. стал значительным шагом в развитии математики. Диофант Александрийский, обычно называемый «отцом алгебры», явился ключевой фигурой в этом процессе. Его работа «Арифметика» представляет собой значительный прогресс в области решения уравнений. Диофант использовал абстрактные символы для обозначения неизвестных переменных, что стало основой для более сложных алгебраических методов, появившихся позднее. В своих работах Диофант разрабатывал методы, которые сегодня называются диофантовыми уравнениями, где решения должны быть целыми. Он применял подходы подбора и аргументированного ответа, что дало возможность находить решения уравнений, которые представляют интерес для дальнейших исследований в математике.

Ведущий аспект эпохи Возрождения – это возвращение к классическим текстам античных ученых, таких как Евклид, Архимед и Диофант. Эти знания были переведены и изучены новыми учеными, что способствовало возрождению алгебры и геометрии. В этот период начали активно разрабатываться методы решения уравнений. Итальянские математики, такие как Фибоначчи и Лоно, пересматривали и

адаптировали алгебраические методы античных времен, сочетая их с новыми подходами.

Итальянские математики сыграли ключевую роль в развитии математики в эпоху Возрождения. Одним из самых известных был Леонардо Пизанский (Фибоначчи), чья работа «*Libro Abaci*» (1202) представила арабские цифры и систему счисления, что стало важным шагом к распространению алгебры.

Другой ключевой фигурой был Gerolamo Cardano, который в своей книге «*Ars Magna*» (1545) систематизировал методы решения кубических уравнений и уравнений четвертой степени, что стало значительным вкладом в алгебру. Он также ввел понятие вероятности и обсудил ее геометрические интерпретации.

Эпоха Ренессанса, охватывающая XIV–XVII вв., стала периодом значительного культурного и научного возрождения в Европе. Этот период характеризовался возвращением к античным идеям, акцентом на человеческие способности и начало систематического изучения природы и математики. В области математики Ренессанс стал временем революционных открытий, многие из которых касались линейной алгебры и методов решения уравнений.

Одним из ключевых фигур этого периода стал французский математик Рене Декарт. В своем труде «*Руководство по геометрии*» (1637) он предложил новый способ работы с уравнениями, который объединил алгебру и геометрию. Декарт ввел систему координат, позволяющую представлять алгебраические уравнения через геометрические фигуры. Это новаторское представление дало возможность визуализировать решения линейных уравнений и проводить их анализ в пространстве. Декарт показал, что каждую систему линейных уравнений можно отобразить как пересечение линий в двумерном пространстве (или плоскости). Это означало, что каждая пара линейных уравнений, например,  $ax + by = c$  и  $dx + ey = f$ , может быть проиллюстрирована как линии и решение может быть найдено в точке их пересечения. Этот подход значительно упростил концепцию решения и понимания систем уравнений.

XIX в. стал эпохой становления линейной алгебры как самостоятельной области математики. Работы таких математиков, как Гаусс и Кэли, внесли огромный вклад в разработку метода Гаусса для решения систем линейных уравнений, а также в формулировку теории матриц. Эти достижения создали основу для формальных методов работы с линейными системами.

С началом XX в., особенно с развитием электронных вычислительных машин, появились численные методы решения систем линейных уравнений, такие как метод Гаусса – Жордана и итеративные методы. Эти подходы сделали возможным решение сложных систем уравнений с использованием вычислительных алгоритмов, что значительно упростило многие научные и инженерные задачи.

В современном мире существует множество методик для решения систем линейных уравнений, каждая из которых имеет свои преимущества и область применения. С развитием вычислительной техники и теории матриц эти методики значительно усовершенствовались и стали более эффективными. Совсем недавно в решение систем линейных уравнений начали активно внедряться численные методы и подходы, основанные на машинном обучении. Используя такие алгоритмы, как глубокие нейронные сети, можно находить приближенные решения для сложных систем уравнений. Это направление активно развивается и открывает новые возможности для применения линейной алгебры в больших данных и научных вычислениях [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Странг, Г. Линейная алгебра и ее приложения / Г. Странг. – М.: Мир, 1980. – 454 с.
2. Гольдштейн, Дж. История идей в науке / Дж. Гольдштейн. – Нью-Йорк, 1989. – 546 с.

УДК 519.6

**Курзенкова В. С.**, студентка 1-го курса  
физико-математического факультета БГПУ имени М. Танка,  
Минск, Республика Беларусь

#### **ПОСТАНОВКА И ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННОЙ ЗАДАЧИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ СЕГМЕНТА ЗАКРУГЛЕНИЯ СТАДИОНА**

*Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** математика, роль математики в обучении, прикладные математические задачи.

**Аннотация.** В приведенной работе на примере прикладной задачи в области обустройства территорий и ее решения показана необходимость изучения математических дисциплин для студентов технических специальностей.

**Keywords:** mathematics, the role of mathematics in learning, applied mathematical problems.

**Summary.** In the given work, on the example of an applied problem in the field of landscaping and its solution, the need to study mathematical disciplines for students of technical specialties is shown.

**Введение.** Прорывные решения в науке, технике, экономике, да и других направлениях невозможны без математической грамотности исполнителей – людей, ведущих исследовательскую работу по этим направлениям. Только математически грамотный исследователь может четко обосновать, логично представить и передать на обсуждение сущность своих идей и открытий [1].

Готовить к такой работе должны вузы. В этом направлении роль преподавателя математики в вузе видится в том, чтобы разглядеть потенциал обучающегося и донести до него сущность математики как инструмента, позволяющего развиваться, познавать процессы, происходящие в природе, логично и обосновано передавать свои мысли. В этом смысле математика выступает как «азбука прогресса» в развитии человека и его личности [2].

Математику нельзя отнести к естествознанию или общественным наукам, так как она изучает не саму природу и объекты действительности, а математические объекты, которые могут иметь прообразы в действительности [3]. И это нужно объяснять студентам через примеры применения математики в решении прикладных задач.

**Цель работы** – на примере прикладной задачи и ее решения показать необходимость изучения математических дисциплин для студентов специальности «Строительство зданий и сооружений».

В данной работе рассмотрим постановку и решение прикладной задачи в области обустройства территорий.

**Постановка задачи:** В сегменте закругления стадиона (рис. 1) требуется постелить покрытие. Для этого необходимо определить площадь этого сегмента с дугой, равной  $l$ , и длиной хорды –  $m$  при условии, что сегмент является частью круга радиуса  $R$ . Привести пример решения данной задачи при  $l = 87,6$  м,  $m = 67,2$  м.

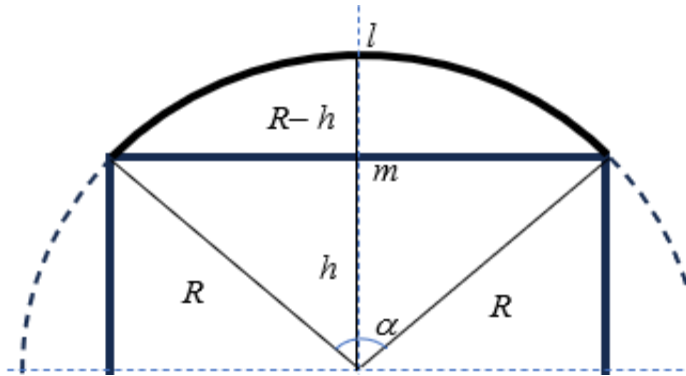


Рис. 1. Геометрическая схема постановки задачи

**Решение.** Неизвестной величиной в этой задаче является радиус круга  $R$ , характеризующего сегмент закругления. Его мы можем найти из следующих соображений: с одной стороны, угол  $\alpha$  сектора круга (рис. 1) может быть определен по формуле  $\angle\alpha = \frac{l}{R}$ , а с другой – является параметром в равенстве  $\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{m}{2R}$ . Исходя из этого искомый радиус круга  $R$  можно найти из уравнения  $2R \cdot \sin\left(\frac{l}{2R}\right) = m$ .

Данное уравнение может быть решено только численными методами с заведомо заданной точностью  $\varepsilon$ . При его решении будем использовать численный метод деления отрезка на 10 частей с предварительным отделением этого отрезка. Реализацию метода решения уравнения с последующими вычислениями искомой площади  $S = \frac{R^2}{2} \cdot \left(\frac{l}{R} - \sin\left(\frac{l}{R}\right)\right)$  выполним в EXCEL. Вычисления будем производить с точностью до мм, т. е.  $\varepsilon = 0,001$ .

Согласно геометрической схеме (рис. 1),  $-R > 0$  и  $R < m$ , поэтому в качестве отрезка, на котором будет существовать единственный корень уравнения, можно взять, например, отрезок  $[1; m]$ .

Алгоритм уточнения корня уравнения в EXCEL покажем на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	R	$f(R)$	$l$	$m$	$a$	$b$	$h$	$R$
2	=E2	=2*A2*SIN(\$C\$2/(2*A2))-D\$2	87,6	67,2	1	67,2	=(F2-E2)/10	=(F2+E2)/2
3	=A2+\$G\$2	=2*A3*SIN(\$C\$2/(2*A3))-D\$2						
4	=A3+\$G\$2	=2*A4*SIN(\$C\$2/(2*A4))-D\$2						
5	=A4+\$G\$2	=2*A5*SIN(\$C\$2/(2*A5))-D\$2						
		68,8						
		77,1						
		88						
		9						
		10						
		11						
		12						

Рис. 2. Алгоритм уточнения корня уравнения в EXCEL

Результат первого шага уточнения корня уравнения в EXCEL будет иметь вид (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	R	$f(R)$	$l$	$m$	$a$	$b$	$h$	$R$
2	1	-67,56257827	87,6	67	1	67,2	6,62	34,1
3	7,62	-74,97199389						
4	14,2	-65,32879013						
5	20,9	-31,18084856						
6	27,5	-12,25465043						
7	34,1	-1,776806283						
8	40,7	4,458545324						
9	47,3	8,426050526						
10	54	11,09237651						
11	60,6	12,96494305						
12	67,2	14,32798326						

Рис. 3. Результат первого шага уточнения корня уравнения в EXCEL

Из результатов расчетов, наблюдаемых на рис. 3, можно сделать вывод, что знак значения функции (столбец B), характеризующей рассматриваемое уравнение, меняется на отрезке от 34,1 до 40,7 (стол-

бец А), поэтому, согласно геометрическому смыслу корня уравнения, именно этот отрезок нужно брать для его уточнения на следующем шаге. Нужная точность вычислений на данном этапе не достигнута, так как  $h > \varepsilon$  (т. е.  $6,62 > 0,001$ ). В качестве промежуточного приближения к корню на первом и последующих этапах его уточнения будем принимать середину отделенного отрезка (на 1-м этапе  $R_1 = 34,1$ ).

Выполним второй этап уточнения корня уравнения в EXCEL (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<i>R</i>	<i>f(R)</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>R</i>
2	34,1	-1,776806283	87,6	67	34,1	40,7	0,66	37,4
3	34,8	-1,009211689						
4	35,4	-0,279521761						
5	36,1	0,414623402						
6	36,7	1,075411953						
7	37,4	1,704874017						
8	38,1	2,304894304						
9	38,7	2,877223678						
10	39,4	3,423489771						
11	40	3,945206713						
12	40,7	4,443784037						

Рис. 4. Результат второго шага уточнения корня уравнения в EXCEL

Для этого в ячейку E2 расчетной таблицы введем значение 34,1, а в ячейку F2 – 40,7, тем самым сузив отделенный отрезок. В результате этих действий данные в расчетной таблице обновятся и примут вид (рис. 4). Из результатов расчетов можно сделать вывод, что знак значения функции меняется на отрезке от 35,4 до 36,1, поэтому именно этот отрезок нужно брать для его уточнения на следующем шаге. Нужная точность вычислений на данном этапе не достигнута, так как  $h > \varepsilon$  (т. е.  $0,66 > 0,001$ ). В качестве промежуточного приближения к корню на втором этапе принимается значение  $R_2 = 37,4$ .

Выполним в EXCEL по аналогичной схеме еще два шага уточнения корня решаемого уравнения, тогда расчетная таблица примет окончательный вид (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<i>R</i>	<i>f(R)</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>R</i>	<i>S</i>
2	35,68	-0,0019525	87,6	67	35,68	35,687	0,0007	<b>35,684</b>	1159
3	35,6807	-0,00121252							
4	35,6814	-0,00047258							
5	35,6821	0,00026733							
6	35,6828	0,00100719							
7	35,6835	0,00174702							
8	35,6842	0,00248681							
9	35,6849	0,00322656							
10	35,6856	0,00396627							
11	35,6863	0,00470594							
12	35,687	0,00544557							

Рис. 5. Окончательный вид расчетной таблицы в EXCEL

Таким образом, в результате пяти шагов уточнения корня рассматриваемого уравнения с заявленной точностью ( $0,0007 < 0,001$ ), мы можем принять величину радиуса сегмента закругления равной  $R_5 = 35,684$  м. При этом площадь этого сегмента будет равна

$$S = \frac{R^2}{2} \cdot \left( \frac{l}{R} - \sin\left(\frac{l}{R}\right) \right) = \frac{(35,684)^2}{2} \left( \frac{87,6}{35,684} - \sin\left(\frac{87,6}{35,684}\right) \right) = 1159,316 \text{ м}^2.$$

**Заключение.** В данной работе на примере математической постановки и решения прикладной задачи в области обустройства территорий показано актуальность и необходимость изучения математических дисциплин студентами технических специальностей. Математические знания позволят будущим специалистам преуспеть и на производстве, так как образованность, грамотность и эрудиция позволяют успешнее организовать свой труд и труд своих подчиненных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курзенков, С. В. Проблемы современного этапа становления математического и физического образования студентов инженерных и технических специальностей вузов

Республики Беларусь / С. В. Курзенков // Актуальные проблемы преподавания естественно-научных и специальных дисциплин в учреждениях высшего и среднего специального образования сельскохозяйственного профиля: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры высшей математики и физики. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 108–111.

2. Курзенков, С. В. Математика – «Азбука прогресса» в исследовательской деятельности студентов, магистрантов и аспирантов / С. В. Курзенков // Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 105-летию кафедры мелиорации и водного хозяйства (11–12 апр. 2024 г.) / редкол.: В. И. Желязко (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 106–111.

3. Курзенков, С. В. Математика как инструмент познания и развития студентов вузов / С. В. Курзенков // Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Б. И. Яковлева / редкол.: В. И. Желязко (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 135–143.

УДК 511

**Лычѳв Н. А.**, студент 2-го курса факультета бухгалтерского учета

## **ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ЧИСЛА**

*Научный руководитель – Пансѳева М. И., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** математика, история математики, средневековье, естествознание, цифра, число.

**Аннотация.** В этой статье мы рассмотрим, как люди в разные времена и в разных уголках мира представляли числа. Начнем с древних цивилизаций, таких как Египет и Шумер, где для записи чисел использовались иероглифы и клинопись. Эти системы служили не только для подсчетов, но и для сохранения информации о важных событиях и торговых сделках. Точное представление чисел было критически важно для управления ресурсами и сбора налогов.

**Keywords:** mathematics, history of mathematics, the Middle Ages, natural science, figure, number.

**Summary.** In this article, we will look at how people at different times and in different parts of the world represented numbers. We'll start with ancient civilizations such as Egypt and Sumer, where hieroglyphs and cuneiform script were used to write numbers. These systems served not only for calculations, but also for storing information about important events and trade transactions. Accurate representation of numbers was critical for resource management and tax collection.

Натуральные числа – это фундаментальная часть математики, с которой сталкиваются люди еще с древнейших времен. Их роль в жизни человека неизмеримо велика: от учета предметов до математических исследований и научных вычислений. История их возникновения тесно связана с развитием цивилизаций, их экономическими и культурными нуждами [1].

### 1. Раннее использование чисел.

Первые свидетельства использования чисел встречаются в археологических находках, таких как наскальные рисунки и керамика. Древние люди использовали числа для учета животных, зерна и других предметов. Эта необходимость привела к изобретению системы счисления. На этом этапе числа использовались для простых задач: подсчета количества объектов, измерения времени и отслеживания циклов природы [2].

### 2. Системы записи чисел у древних народов.

Одной из первых систем записи чисел была система, использовавшаяся в Древнем Египте. Египтяне использовали иероглифы для записи чисел, в том числе для натуральных чисел. Вавилоняне, в свою очередь, применяли шестидесятеричную систему, которая также включала натуральные числа. Римляне разработали систему записи чисел с использованием букв латинского алфавита, которая стала широко известной в Европе [3].

#### Пример записи натуральных чисел в древних системах счисления

Число	Египетская система	Вавилонская система	Римская система
1	I	𐎠	I
2	II	𐎠𐎠	II
3	III	𐎠𐎠𐎠	III
10	∩	𐎠	X
20	∩∩	𐎠𐎠	XX
100	ϣ	𐎠𐎠𐎠	C

Эти системы позволяли людям вести учет, делая первые шаги в развитии математики. Однако, несмотря на распространение таких систем, концепция числа как абстрактного объекта, не связанного с физическим объектом, была еще не развита [2].

### **3. Древнегреческий вклад в развитие концепции числа.**

Одним из наиболее значимых шагов в истории математических чисел стало развитие концепции числа как абстрактного объекта в Древней Греции. Греческие философы, такие как Пифагор, считали числа основой всего сущего. Они не только развивали арифметику, но и применяли ее к геометрии, создавая основы математического анализа.

Пифагор и его школа сделали важное открытие, доказав, что числа могут быть не только количественными (натуральные числа), но и качественными (например, их гармоническое соотношение в музыке). Натуральные числа для греков были связаны с идеей упорядочивания мира через числа, которые выражали симметрию и гармонию [3].

### **4. Натуральные числа в Средневековье и Ренессансе.**

В Средние века математические знания были в значительной степени утрачены в Европе, однако в арабских странах продолжали развиваться математические идеи, в том числе система записи чисел. Арабские математики, такие как Аль-Хорезми, развивали систему арабских цифр, которая позднее пришла в Европу, заменив римскую систему записи чисел [3].

Во время Ренессанса математическое мышление снова стало развиваться в Европе. Натуральные числа, наряду с дробями и рациональными числами, стали изучаться более подробно, что положило начало формированию современной арифметики [3].

### **5. Влияние натуральных чисел на развитие математики.**

Натуральные числа служат основой для всех остальных чисел, включая целые, рациональные и иррациональные числа. Они стали неотъемлемой частью математического анализа и теории чисел. С развитием науки и техники важность чисел возрастала: они стали основой для инженерных расчетов, вычислений в астрономии и других дисциплинах [3].

**Заключение.** История возникновения натуральных чисел представляет собой уникальное сочетание практических нужд и абстрактных философских идей. С самых первых шагов в расчетах до сложнейших теорий чисел натуральные числа играли и продолжают играть важнейшую роль в математике и в жизни человечества в целом. В будущем роль чисел в науке, особенно в вычислительных технологиях, будет только возрастать.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Цифры // Математическая энциклопедия: в 5 т. – М.: Советская Энциклопедия, 1985. – Т. 5. – С. 826–827.

2. Юшкевич, А. П. История математики в средние века / А. П. Юшкевич. – М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1961. – С. 256–257.

3. Цифры и буквы в человеческом сознании. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifry-i-bukvy-v-chelovecheskom-soznanii-semioticheskiy-analiz/viewer> (дата обращения: 11.03. 2025).

УДК 511.11(09)

**Лычѳв Н. А.**, студент 2-го курса факультета бухгалтерского учета

## **ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ДРОБНОГО ЧИСЛА**

*Научный руководитель – Пяпсуева М. И., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** дроби, история математики, Египет, Вавилон, античность, арабская математика.

**Аннотация.** Дробные числа возникли в глубокой древности из практических потребностей человечества: измерений, торговли, земледелия и астрономии. Они развивались от примитивных форм записи (Египет, Вавилон) до строгих математических систем (Греция, Индия, арабский мир). Современная запись дробей сформировалась благодаря трудам ученых разных эпох.

**Keywords:** fractions, history of mathematics, Egypt, Babylon, antiquity, Arabic mathematics.

**Summary.** Fractional numbers originated in ancient times from the practical needs of mankind: measurements, trade, agriculture and astronomy. They evolved from primitive forms of writing (Egypt, Babylon) to rigorous mathematical systems (Greece, India, the Arab world). Modern fraction notation was formed thanks to the work of scientists from different eras.




**Введение.** Дробные числа являются важной частью арифметики и повседневных вычислений. Их использование стало неотъемлемой частью всех областей науки и практики, от сельского хозяйства до инженерии. Развитие дробей прошло долгий путь, начиная от первых попыток деления объектов на равные части до сложных математических операций с рациональными и иррациональными числами [1].

*Ранние упоминания дробных чисел.*

Древние цивилизации сталкивались с необходимостью делить предметы или измерять величины, что привело к первому использова-

нию дробных чисел. Одним из ранних примеров является древнеегипетская система дробей. Египтяне использовали дроби в виде суммы единичных дробей (например,  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}$ ), что, на первый взгляд, выглядит примитивно, но это было важным шагом в математическом развитии. Они применяли такие дроби для решения практических задач, например, при распределении пищи или материалов между рабочими [2].

**Пример записи дробей в древних системах исчисления**

Число	Египетская система
$\frac{1}{2}$	
$\frac{1}{3}$	
$\frac{1}{10}$	

Эти дроби использовались для разделения пищи, земли и других ресурсов в таких обществах, как Египет и Месопотамия. Несмотря на свою ограниченность, египетская система дробей сыграла важную роль в дальнейшем развитии математики [3].

*Дроби в античности.*

Древнегреческие математики начали развивать более абстрактное представление о дробных числах. В частности, Пифагор и его последователи рассматривали дроби в контексте музыкальной теории, где дроби играли ключевую роль в построении гармоний. Однако для более точных расчетов и описания отношений между величинами греки использовали геометрические и арифметические методы [4].

Система дробей в Древней Греции была ограничена, однако это был важный шаг к пониманию более сложных дробных отношений. Греческие философы заметили связь между числами и формами, что привело к исследованиям более сложных отношений между числами и геометрией [2].

*Дроби в Средние века.*

Средневековые арабские математики, такие как Аль-Хорезми и Омар Хайям, значительно развили концепцию дробных чисел. Одна из

важнейших вех в истории дробей – это переход к десятичной записи дробей. Арабские ученые, используя десятиричную систему счисления, значительно улучшили точность и удобство работы с дробными числами, а также начали применять их в алгебре и геометрии [3].

Одним из важнейших открытий этого времени было применение дробей для решения уравнений и геометрических задач, таких как нахождение площадей и объемов. Также в этот период было заложено начало современных методов решения дробных уравнений [4].

#### *Появление десятичных дробей.*

Система десятичных дробей, как мы ее знаем сегодня, начала развиваться в Индии в первом тысячелетии нашей эры. Индийские математики использовали десятичную систему счисления и впервые ввели знак для обозначения десятичной запятой. Эта система была перенята арабскими учеными и позднее распространилась в Европе [1].

В XIII–XIV вв., с развитием торговли и науки в Европе, десятичные дроби стали использоваться в более сложных расчетах, таких как вычисления в астрономии, геометрии и инженерии. На основе этой системы возникли такие математические операции, как сложение, вычитание, умножение и деление десятичных дробей [2].

#### *Развитие дробей в Новое время.*

После внедрения десятичных дробей в Европу дроби начали активно использоваться в математических и инженерных расчетах [4]. В XVII в. математик Рене Декарт способствовал популяризации использования дробей в алгебре и геометрии. Работы Галилео Галилея и Исаака Ньютона в астрономии и физике потребовали более точных расчетов с дробными числами, что способствовало дальнейшему развитию теории дробей [3].

В XIX в. дроби были разделены на две основные категории: рациональные и иррациональные числа, что значительно расширило возможности математики [2]. Работы таких ученых, как Георг Кантор, привели к более глубокому пониманию бесконечности и дробных чисел [1].

**Заключение.** История появления дробных чисел охватывает тысячи лет и является важным этапом в развитии математики. От первых простых дробей, используемых для практических нужд, до сложных десятичных и рациональных дробей, которые стали основой научных исследований и вычислений, дроби сыграли ключевую роль в математике. Сегодня дробные числа являются неотъемлемой частью повседневной жизни и науки, и их использование продолжает развиваться.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Меннингер, К. Числа. Слова и символы. История развития чисел / К. Меннингер. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2011. – 543 с.
2. Бурбаки, Н. Очерки по истории математики / Н. Бурбаки. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 292 с.
3. Демман, И. Я. История арифметики / И. Я. Демман. – М.: Просвещение, 1965. – 416 с.
4. Стройк, Д. Я. Краткий очерк истории математики / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1984. – 416 с.

УДК 511.13(09)

**Лычѳв Н. А.**, студент 2-го курса факультета бухгалтерского учета

### **СТАРИННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПИСИ ЧИСЕЛ**

*Научный руководитель – Пандуева М. И., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** системы счисления, математика, числа, Вавилон, Египет, Рим.

**Аннотация.** История чисел и их записи отражает развитие человеческой цивилизации. Разные народы создавали уникальные системы счисления, каждая из которых имела свои особенности и применялась в торговле, астрономии, строительстве и управлении. Старинные системы чисел демонстрируют разнообразие подходов: от непозиционных (египетская, римская) до сложных позиционных (вавилонская, индийская). Современная десятичная система – результат многовековой эволюции, объединившей лучшие идеи разных культур.

**Keywords:** numeral systems, mathematics, numbers, Babylon, Egypt, Rome.

**Summary.** The history of numbers and their writing reflects the development of human civilization. Different peoples created unique number systems, each of which had its own characteristics and was used in trade, astronomy, construction and management. Ancient number systems demonstrate a variety of approaches: from non-positional (Egyptian, Roman) to complex positional (Babylonian, Indian). The modern decimal system is the result of centuries of evolution that combined the best ideas of different cultures.

**Введение.** Запись чисел – важнейший аспект математики, который стал возможным благодаря разработке различных систем счисления.

Системы записи чисел позволяли людям фиксировать и передавать числовую информацию, что было необходимо для ведения хозяйства, торговли, а также научных и астрономических расчетов. История старинных систем записи чисел охватывает десятки тысяч лет. Их развитие происходило в разных частях света и в разных цивилизациях: от древних египтян и вавилонян до майя и индийцев. Каждая из этих систем несет в себе уникальные особенности, связанные с культурами и нуждами тех народов [1].

1. *Египетская система чисел.* Одной из самых ранних и известных систем записи чисел является египетская система. Египтяне использовали иероглифы для записи чисел, которые были очень наглядными. Для представления чисел применялись разные знаки, и каждый знак имел определенное значение в зависимости от его позиции.

Египетская система была непозиционной и использовала знаки для 1, 10, 100, 1000 и так далее, которые повторялись в нужном количестве. Например, для записи числа 2345 использовались иероглифы для 2000, 300, 40 и 5.

Таблица 1. Пример записи чисел в египетской системе

Число	Египетская система
1	
10	∩
100	⊖
1000	⊕
10000	⊗

2. *Вавилонская система чисел.* Вавилонская система счисления, основанная на шестидесятеричной системе, была одной из самых развитых в древности. Вавилоняне использовали клинопись для записи чисел, где каждая цифра представлялась сочетанием двух клинописных знаков. В этой системе существовали знаки для чисел от 1 до 59, а для записи чисел более 60 использовалась позиционная система, аналогичная современной десятичной [2].

Система вавилонян была весьма удобной для астрономических расчетов, поскольку она базировалась на числе 60, которое делится на множество других чисел. Вавилоняне также использовали дроби, которые представлялись как соотношения единичных дробей.

Таблица 2. **Пример записи чисел в вавилонской системе**

Число	Вавилонская система
1	∇
10	◁
31	◁◁◁∇

3. *Римская система чисел.* Римская система чисел была распространена в Древнем Риме и использовала семь букв латинского алфавита для записи чисел: I, V, X, L, C, D, M. Эта система была удобна для записи целых чисел, но не предусматривала удобных методов для записи дробей или выполнения сложных математических операций. Она была широко использована для записи номеров, лет, денежных сумм и других значений в административных и торговых делах [2].

Римская система чисел является системой, основанной на добавлении и вычитании, где более высокие цифры всегда располагались слева от меньших значений. Например, 4 записывалось как IV, а 9 – как IX.

Таблица 3. **Пример записи чисел в римской системе**

Число	Римская система
1	I
5	V
10	X
50	L
100	C
500	D
1000	M

4. *Китайская система чисел.* Китайская система чисел, так же, как и египетская, использовала знаки, но в отличие от египетской системы китайская система была более развита, так как в ней применялась десятичная позиционная система. В этой системе использовались различные символы для чисел от 1 до 9, а также знаки для 10, 100 и 1000. Для записи более сложных чисел китайцы использовали комбинации этих знаков [1].

Однако в древнем Китае не было символа для десятичной запятой, и дроби записывались как комбинации чисел, делящихся на 10, что ограничивало точность расчетов в сравнении с более поздними системами.

Таблица 4. Пример записи чисел в китайской системе

Число	Китайская система
1	一
10	十
100	百
1000	千
1234	一千二百三十四

5. *Индийская система чисел и арабская передача.* Индийская система счисления стала основой для современного десятичного способа записи чисел. В IV–V вв. н. э. индийские математики начали использовать символы для чисел 1–9, а также знак для пустого места (ноль), который стал ключевым элементом для развития современного математического анализа [3].

Арабские ученые, такие как Аль-Хорезми, в IX–X вв. перенесли эти идеи на арабский язык, добавив еще одну важную деталь – использование десятичной системы в вычислениях с нулем. Эта система была затем распространена в Европе, что стало началом математической революции [4].

**Заключение.** История старинных систем записи чисел является свидетельством огромного интеллектуального достижения человечества. Каждая из этих систем не только отражала потребности того времени, но и служила основой для дальнейших математических открытий. Развитие числовых систем стало важным шагом в развитии цивилизаций, ведь оно открыло возможности для точных вычислений, разработки науки и технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кантор, И. Л. История математики / И. Л. Кантор. – М.: Высш. шк., 1966. – 496 с.
2. Струик, Д. Я. Краткий очерк истории математики / Д. Я. Струик; пер. с англ. – М.: Физматгиз, 1962. – 296 с.
3. Меннингер, К. Числа. Слова и символы / К. Меннингер; пер. с нем. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2011. – 544 с.
4. Монин, И. Ф. От абака до компьютера / И. Ф. Монин. – М.: Наука, 1983. – 176 с.

УДК 519.6

**Мищенко С. А., Змушко М. С.**, студенты

мелиоративно-строительного факультета

## **ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ**

*Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** погрешности, математика, точность численных методов решения уравнений.

**Аннотация.** Численные методы широко используются для решения уравнений, когда аналитическое решение невозможно или затруднительно. Однако численные методы не дают точного решения, а лишь его приближение. Поэтому оценка погрешностей и поиск способов повышения точности являются важными аспектами применения численных методов.

**Keywords:** errors, mathematics, accuracy of numerical methods for solving equations.

**Summary.** Numerical methods are widely used to solve equations when an analytical solution is impossible or difficult. However, numerical methods do not provide an exact solution, but only an approximation. Therefore, error estimation and the search for ways to improve accuracy are important aspects of the application of numerical methods.

В ходе решения математических задач могут возникнуть погрешности по различным причинам [1]:

1. При составлении математической модели физического процесса или явления приходится принимать условия, упрощающие постановку задачи. Поэтому математическая модель не отражает реальный процесс, а дает его идеализированную картину. Погрешность, возникающая при этом, называется погрешностью постановки задачи.

2. Часто приходится для решения задачи применять приближенный метод (интеграл заменяют квадратурной суммой, производную заменяют разностью, функцию – многочленом). Погрешность, возникающая при этом, называется погрешностью метода.

3. Часто исходные данные заданы не точно, а приближенно. При выполнении вычислений погрешность исходных данных, как правило, переходит в погрешность результата. Такая погрешность называется погрешностью арифметических действий.

4. Погрешность, возникающая при округлении бесконечных и конечных десятичных чисел, имеющих большее число десятичных знаков, чем нужно в округлении, называется погрешностью округления.

Оценки погрешностей и методы повышения точности численных методов играют ключевую роль в вычислительных процессах, так как ошибки неизбежно возникают из-за различных факторов, таких как машинные вычисления, итерационные подходы или приближения.

Существуют различные методы оценки погрешностей [2]:

- априорная оценка погрешности: этот метод позволяет оценить погрешность решения до начала вычислений. Он основан на теоретическом анализе метода и свойств решаемой задачи. Априорная оценка часто дает верхнюю границу для погрешности, которая может быть слишком пессимистичной;

- апостериорная оценка погрешности: этот метод позволяет оценить погрешность решения после его получения. Он основан на анализе полученного решения и использует, например, разность между результатами, полученными с разными шагами дискретизации. Апостериорная оценка обычно более точная, чем априорная;

- метод Рунге-Ромберга: этот метод используется для оценки погрешности методов, основанных на разложении в ряд Тейлора. Он заключается в сравнении решений, полученных с разными шагами дискретизации, и экстраполяции к нулевому шагу;

- оценка погрешности по невязке: этот метод заключается в подстановке полученного численного решения в исходное уравнение и оценке величины невязки. Чем меньше невязка, тем точнее решение;

- анализ точности с учетом количества итераций и порядка метода.

Существует несколько способов повышения точности численных методов [3]:

- увеличение разрядности вычислений: применение чисел с плавающей запятой высокой точности;

- оптимизация методов: использование методов с более высокой степенью точности (например, методы Рунге-Кутты для решения ОДУ);

- контроль шага: уменьшение шага в численных методах (в частности, для интегрирования или дифференцирования);

- итеративное уточнение: использование итерационных методов для уточнения результата, таких как метод Ньютона;

- оценка апостериорных погрешностей: разработка процедур, которые проверяют результат после его получения.

**Заключение.** Теория погрешностей остается чрезвычайно актуальной в современном мире, поскольку численные методы активно применяются в самых разных областях науки, техники, экономики и инженерии. Например, современные задачи, такие как моделирование климата, биоинформатика или аэродинамические расчеты, требуют высокой вычислительной точности. Даже минимальная ошибка в исходных данных может привести к значительным отклонениям в результатах. С развитием автоматизированных систем (от финансовых алгоритмов до управления машинами) анализ погрешностей становится необходимым, чтобы минимизировать риски и ошибки. Сложные вычислительные процессы в квантовой механике, астрофизике и других передовых науках требуют анализа и учета ошибок, чтобы результаты были максимально точными.

Оптимизация шагов численных методов с учетом ошибок позволяет экономить вычислительные ресурсы и время, стимулирует развитие новых, более точных численных методов и алгоритмов, что крайне важно в эпоху больших данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – Электрон. текстовые данные. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 639 с. – URL: <https://csc-knu.github.io/numerical-analysis/books/bahvalov-zhidkov-kobelkov-2015.pdf>. (дата доступа: 06.03.2025).
2. Зенков, А. В. Численные методы: учеб. пособие / А. В. Зенков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 124 с.
3. Курзенков, С. В. Численные методы решения задач: курс лекций / С. В. Курзенков. – Горки: БГСХА, 2024. – 166 с.

УДК 519.612

**Мохлаёва Ю. А.**, студентка мелиоративно-строительного факультета  
**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ВКЛАД ВЫДАЮЩИХСЯ  
УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ ПРИБЛИЖЕННОГО  
ИНТЕГРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ**

*Научный руководитель – Курзенков С. В., канд. техн. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** история, математика, приближенное интегрирование функций.

**Аннотация.** Приближенное интегрирование функций – это важная область численного анализа, которая находит широкое применение в

различных науках и инженерных задачах. В статье представлена история развития методов приближенного интегрирования, которая охватывает несколько веков и включает в себя работы многих выдающихся ученых, внесших значительный вклад в эту область.

**Keywords:** history, mathematics, approximate integration of functions.

**Summary.** Approximate integration of functions is an important area of numerical analysis that is widely used in various sciences and engineering problems. The history of the development of methods of approximate integration spans several centuries and includes the work of many outstanding scientists who have made significant contributions to this field.

Актуальность приближенного интегрирования функций заключается в его применении для решения сложных задач физики, механики, моделирования и прогнозирования, оптимизации процессов, численных методов и других прикладных задач. Многие физические и инженерные задачи формулируются с использованием функций, которые трудно интегрировать точно. Приближенные методы позволяют получать численные решения для их расчетов. В прикладной математике и статистике приближенные интегралы помогают строить модели сложных систем и прогнозировать их поведение. Во многих технологических и экономических задачах приближенное интегрирование используется для анализа затрат, ресурсов и эффективности. Методы, такие как формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, позволяют проводить приближенные расчеты, необходимые для изучения реальных систем [1].

В данной работе изучим исторические аспекты и вклад выдающихся ученых в области приближенного интегрирования функций.

### **Исторические аспекты:**

#### *Древние времена.*

Первые попытки интегрирования можно проследить еще в античные времена. Древнегреческие математики, такие как Эвклид и Архимед, использовали геометрические методы для нахождения площадей под кривыми. Архимед, в частности, разработал метод исчерпания, который можно рассматривать как предшественник современного интегрирования.

#### *Средние века.*

В средние века математика в Европе находилась в упадке, однако в арабском мире продолжали развиваться математические идеи. Такие ученые, как Аль-Хорезми и Ибн аль-Хайсам, занимались вопросами, связанными с геометрией и оптикой, что в дальнейшем способствовало развитию интегрированного исчисления.

### *Эпоха Возрождения.*

С началом эпохи Возрождения в Европе возобновился интерес к математике. В XVI–XVII вв. такие ученые, как Ньютон и Лейбниц, независимо друг от друга разработали основы дифференцированного и интегрального исчисления. Их работы стали основой для дальнейшего развития методов интегрирования [2, 3].

### *Современность.*

С появлением первых вычислительных машин в середине XX в. началась новая эра в численном интегрировании. Это позволило применять более сложные методы, такие как метод Гаусса и адаптивные алгоритмы.

Приближенное интегрирование используется в физике, инженерии, экономике и других областях для решения сложных задач, где аналитическое интегрирование невозможно. В таких областях, как климатология, биология и финансы, численные методы интегрирования помогают моделировать сложные системы и процессы.

### **Вклад выдающихся ученых:**

#### *Исаак Ньютон и Готфрид Вильгельм Лейбниц.*

Ньютон и Лейбниц не только разработали теорию интегрирования, но и предложили первые простейшие численные методы, такие как метод трапеций и другие. Эти методы позволили приближенно вычислять интегралы, что стало важным шагом в развитии численного анализа [2, 3].

#### *Карл Фридрих Гаусс.*

Гаусс, известный своими работами в области численных методов, разработал метод для численного интегрирования. Этот метод основан на использовании взвешенных сумм значений функции в определенных точках, что позволяет достигать высокой точности при сравнительно небольшом числе вычислений [3, 4].

#### *Адольф Кетле.*

Кетле внес значительный вклад в развитие методов численного интегрирования, предложив различные формулы для приближенного вычисления интегралов. Его работы стали основой для дальнейших исследований в этой области [3, 4].

#### *Джон фон Нейман.*

В XX в. Джон фон Нейман, один из основоположников вычислительной математики, разработал методы, которые позволили эффективно использовать компьютеры для численного интегрирования. Его работы открыли новые горизонты в области численных методов и их применения в различных науках [3, 4].

Современные численные подходы к интегрированию продолжают развиваться, учитывая новые вычислительные технологии, алгоритмы и требования к точности. Вот несколько ключевых направлений и тенденций в этой области.

1. *Адаптивные методы.* Использование адаптивных алгоритмов, которые изменяют шаг интегрирования в зависимости от сложности функции. Это позволяет повысить точность при меньших вычислительных затратах.

2. *Методы на основе машинного обучения.* Применение методов машинного обучения для предсказания значений интегралов и оптимизации численных методов.

3. *Параллельные и распределенные вычисления.* Использование многопроцессорных и кластерных систем для ускорения вычислений, особенно для многомерных интегралов.

4. *Специальные функции и символьные вычисления.* Разработка алгоритмов, которые используют свойства специальных функций и символьные вычисления для повышения точности и эффективности.

5. *Гибридные методы.* Комбинация различных численных методов для достижения лучших результатов, например, сочетание методов Монте-Карло с детерминированными методами.

6. *Учет неопределенности.* Разработка методов интегрирования, которые учитывают неопределенности в данных и моделях.

**Заключение.** История приближенного интегрирования функции – это история развития математической мысли, в которой каждый ученый оставил свой след. От античных времен до современности методы интегрирования эволюционировали, становясь все более точными и эффективными. Вклад таких выдающихся ученых, как Ньютон, Гаусс и фон Нейман, продолжает оказывать влияние на современные исследования и практические приложения в различных областях науки и техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курзенков, С. В. Численные методы решения задач: курс лекций / С. В. Курзенков. – Горки: БГСХА, 2024. – 166 с.
2. Ньютон, И. Математическое начала натуральной философии: [пер. с лат.] / Н. Исаак; ред. и предисл. А. С. Полака; пер. комм. А. Н. Крылова. – М.: Наука, 1989. – 688 с.
3. Никифоровский, В. А. Путь к интегралу / В. А. Никифоровский; отв. ред. А.Т. Григорьян. – М.: Наука, 1985. – 194 с.
4. Медведев, Ф. А. Развитие понятия интеграла / Ф. А. Медведев. – М.: Наука, 1974. – 423 с.

УДК 929:51

**Павлович Ю. В.**, магистрант мелиоративно-строительного факультета  
**ПЬЕР ДЕ ФЕРМА: ЖИЗНЬ И НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ  
ГЕНИАЛЬНОГО САМОУЧКИ**

*Научный руководитель – Пансуева М. И., ст. преподаватель кафедры  
высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Пьер де Ферма, Великая теорема Ферма, теория чисел, аналитическая геометрия, принцип Ферма.

**Аннотация.** Пьер де Ферма (1601–1665) – выдающийся французский математик-самоучка, чьи революционные открытия заложили основы современных математических дисциплин. Будучи профессиональным юристом, Ферма посвящал математике свободное время, совершив прорывы в теории чисел, аналитической геометрии, теории вероятностей и оптике. Особенность научного стиля Ферма заключалась в лаконичности: он часто ограничивался формулировками без доказательств, оставляя потомкам множество интеллектуальных вызовов. Его наследие продолжает влиять на современную математику, а имя увековечено в многочисленных теоремах и понятиях.

**Keywords:** Pierre de Fermat, Fermat's Great Theorem, number theory, analytical geometry, Fermat's principle.

**Summary.** Pierre de Fermat, Fermat's Great Theorem, number theory, analytical geometry, Fermat's principle. Pierre de Fermat (1601–1665) was an outstanding French self-taught mathematician whose revolutionary discoveries laid the foundations of modern mathematical disciplines. As a professional lawyer, Fermat devoted his free time to mathematics, nevertheless making breakthroughs in number theory, analytical geometry, probability theory and optics. The peculiarity of Fermat's scientific style was its conciseness – it was often limited to formulations without evidence, leaving posterity with many intellectual challenges. His legacy continues to influence modern mathematics, and his name is immortalized in numerous theorems and concepts.

**Введение.** Пьер де Ферма (1601–1665) – один из самых загадочных и влиятельных математиков XVII в. Не будучи профессиональным ученым, он сделал фундаментальные открытия в теории чисел, аналитической геометрии, теории вероятностей и оптике. Его знаменитая «Великая теорема» оставалась недоказанной более 350 лет, а методы расчетов предвосхитили появление математического анализа [1].

### **1. Биография: юрист и математик-любитель.**

**Ранние годы и образование.** Пьер де Ферма родился в 1601 г. в южнофранцузском городке Бомон-де-Ломань в семье зажиточного торговца кожей. Получив классическое образование во францисканском монастыре, он изучал право в Тулузе и Орлеане. В 1631 г. Ферма стал советником парламента Тулузы – высокопоставленным судебным чиновником, что обеспечило ему стабильное положение [2].

**Научная деятельность.** Математика для Ферма всегда оставалась увлечением, а не профессией. Тем не менее он вел активную переписку с ведущими учеными эпохи: Блезом Паскалем (совместная работа по теории вероятностей), Мареном Мерсенном (обсуждение теории чисел), Рене Декартом (споры по оптике и геометрии).

Ферма почти не публиковал своих трудов, предпочитая излагать идеи в письмах и заметках на полях книг. Его единственное прижизненное крупное сочинение – работа по аналитической геометрии (1660).

### **2. Научные достижения.**

**Теория чисел: «король математики».** Ферма заложил основы современной теории чисел. Его ключевые открытия:

Великая теорема Ферма (1637): уравнение  $x^n + y^n = z^n$  не имеет решений в целых числах при  $n > 2$ .

Доказана Эндрю Уайлсом лишь в 1994 г.

Малая теорема Ферма (1640): если  $p$  – простое число, то для любого целого  $a$ :  $a^p = a \pmod{p}$ .

Метод бесконечного спуска – оригинальный способ доказательства.

**Аналитическая геометрия.** Независимо от Декарта Ферма разработал: уравнения прямых и кривых, методы нахождения экстремумов функций, основы дифференциального исчисления.

**Теория вероятностей.** В 1654 г. в переписке с Паскалем Ферма решил задачи о распределении ставок в азартных играх, заложив основы теории вероятностей.

**Оптика: принцип Ферма.** В 1662 г. сформулировал принцип наименьшего времени: *«Свет распространяется по пути, требующему минимального времени»*. Этот принцип стал основой волновой оптики.

### **3. Научный стиль и загадки.**

Ферма отличала лаконичность: он часто ограничивался формулировками теорем без доказательств. Например, на полях «Арифметики» Диофанта он написал: *«Я нашел поистине удивительное доказатель-*

ство, но поля слишком узки для него». Многие его открытия были восстановлены уже после смерти по черновикам и письмам [3, 4].

#### **4. Наследие.**

Теоремы Ферма стали краеугольным камнем теории чисел.

Принцип Ферма используется в современной физике.

В его честь названы: ферма-точки в треугольнике, кратер на Луне, университет в Тулузе.

**Заключение.** Пьер де Ферма – уникальный пример ученого-самоучки, чьи работы на столетия опередили свое время. Его идеи продолжают вдохновлять математиков, а Великая теорема вошла в историю как одна из самых сложных задач науки [3, 4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белл, Э. Т. Творцы математики / Э. Т. Белл. – М.: Просвещение, 1979. – 496 с.
2. Бородий, И. Ферма / И. Бородий, Я. Пьер. – М.: Наука, 1979. – 112 с.
3. Глейзер, Г. И. История математики в школе. VII–VIII классы / Г. И. Глейзер. – М.: Просвещение, 1982. – 240 с.
4. Стройк, Д. Я. Краткий очерк истории математики / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1984. – 328 с.

УДК 929:51

**Наумчик Д. А.**, студент факультета бизнеса и права

### **КОРОЛЬ МАТЕМАТИКОВ: ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО КАРЛА ФРИДРИХА ГАУССА**

*Научный руководитель – Гуминская А. А., преподаватель-стажер  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Карл Гаусс, математика, астрономия, геодезия, физика, история.

**Аннотация.** В данной статье представлена краткая биография и обзор научных достижений Карла Фридриха Гаусса (1777–1855), выдающегося немецкого математика, астронома, геодезиста и физика. Описываются ранние проявления его гениальности, а также вклад в теорию чисел, анализ, астрономию, геодезию и физику, включая сотрудничество с Вильгельмом Вебером в области электромагнетизма. Статья акцентирует внимание на огромном влиянии его работ на развитие науки и техники, признавая Гаусса одним из величайших умов в истории человечества. В заключении отмечается, что жизнь и творчество

Гаусса являются вдохновляющим примером гениальности, трудолюбия и стремления к знаниям.

**Keywords:** Carl Gauss, mathematics, astronomy, geodesy, physics, history

**Summary.** This article presents a brief biography and overview of the scientific achievements of Carl Friedrich Gauss (1777–1855), an outstanding German mathematician, astronomer, geodesist, and physicist. It describes his early manifestations of genius, as well as his contributions to number theory, analysis, astronomy, geodesy, and physics, including his collaboration with Wilhelm Weber in the field of electromagnetism. It emphasizes the significant impact of his work on the development of science and technology, recognizing Gauss as one of the greatest minds in the history of humanity. In conclusion, it notes that Gauss's life and work serve as an inspiring example of genius, diligence, and a quest for knowledge. In conclusion, it is noted that Gauss's life and work serve as an inspiring example of genius, hard work and a desire for knowledge.

Карл Фридрих Гаусс (1777–1855) – немецкий математик, астроном, геодезист и физик, которого часто называют «королем математиков» и «величайшим математиком со времен античности». Его вклад в науку огромен и охватывает широкий спектр областей, включая теорию чисел, анализ, дифференциальную геометрию, статистику, астрономию, геодезию и физику. Гаусс обладал невероятной математической интуицией, строгостью и точностью, что позволило ему совершить прорывные открытия, оказавшие огромное влияние на развитие науки и техники.

Карл Фридрих Гаусс родился 30 апреля 1777 г. в Брауншвейге (Германия) в семье бедного рабочего. Его гениальность проявилась в раннем возрасте. Существует множество легенд о его детских математических талантах, например, о том, как он в возрасте трех лет поправил ошибку отца в расчетах зарплаты рабочих. В школе он поражал учителей своей способностью быстро решать сложные задачи в уме. Наиболее известным примером является мгновенное вычисление суммы всех чисел от 1 до 100 с использованием формулы арифметической прогрессии [1].

Благодаря признанию герцога Брауншвейгского, впечатленного его талантом, Гаусс получил возможность учиться в Collegium Carolinum (ныне Технический университет Брауншвейга) и впоследствии в Геттингенском университете.

**Математические достижения.** В 1799 г. Гаусс защитил докторскую диссертацию, в которой представил строгое доказательство основной теоремы алгебры, утверждающей, что каждый многочлен с комплексными коэффициентами имеет хотя бы один комплексный корень. Он предоставил четыре различных доказательства этой теоремы в течение своей жизни, что подчеркивает его постоянное стремление к совершенству и глубине понимания [2].

Ключевыми достижениями Гаусса в теории чисел являются:

1. Основная теорема арифметики. Гаусс дал первое строгое доказательство этой теоремы, утверждающей, что каждое целое число больше 1 можно единственным образом разложить на простые множители.

2. Теория квадратичных вычетов. Гаусс существенно расширил и систематизировал знания о квадратичных вычетах, введя понятие квадратичного закона взаимности, позволяющего устанавливать, является ли число квадратичным вычетом по модулю другого числа [3].

3. «Арифметические исследования» (*Disquisitiones Arithmeticae*). В 1801 г. Гаусс опубликовал свой *magnum opus* «Арифметические исследования», который стал основополагающим трудом в современной теории чисел. Книга содержит систематическое изложение теории чисел, включая теорию сравнений, теорию квадратичных форм и доказательство теоремы о построении правильных многоугольников [2].

В области анализа Гаусс внес значительный вклад в теорию рядов, разработал методы численного интегрирования и дифференцирования, а также занимался исследованием эллиптических функций.

**Астрономия и геодезия.** В 1801 г. Гаусс прославился своими астрономическими расчетами. После того как был потерян из виду астероид Церера, Гаусс разработал новый метод определения орбиты небесных тел на основе небольшого числа наблюдений. Этот метод оказался чрезвычайно эффективным и позволил астрономам вновь обнаружить Цереру.

В 1807 г. Гаусс был назначен директором Геттингенской обсерватории, где проработал до конца своей жизни. Он занимался геодезическими измерениями, разработал новые методы триангуляции и усовершенствовал инструменты. Его работа в геодезии привела к созданию гауссовой координатной сетки, используемой в картографии [4].

**Физика и электромагнетизм.** Вместе с Вильгельмом Вебером Гаусс внес значительный вклад в изучение электромагнетизма. Они разработали первые электромагнитные телеграфы, создали систему абсолютных единиц для измерения электрических и магнитных вели-

чин и провели важные исследования в области магнетизма Земли. Гаусс также является автором теоремы Гаусса в электростатике, связывающей поток электрического поля через замкнутую поверхность с зарядом, находящимся внутри этой поверхности [5].

Гаусс был известен своей скромностью, требовательностью к себе и нежеланием публиковать работы, которые, по его мнению, не были достаточно совершенными. Он предпочитал работать в одиночестве и не любил публичных выступлений. Несмотря на свою скромность, Гаусс осознавал свою гениальность и был уверен в своих силах.

Карл Фридрих Гаусс умер 23 февраля 1855 г. в Геттингене. Его вклад в науку неоспорим. Он оставил после себя огромное количество работ, оказавших огромное влияние на развитие математики, астрономии, геодезии и физики. Его идеи продолжают вдохновлять ученых и инженеров по всему миру. Гаусса заслуженно считают одним из величайших гениев в истории человечества, а его имя навсегда останется в анналах науки [6].

**Заключение.** Жизнь и творчество Карла Фридриха Гаусса – это яркий пример гения, трудолюбия и стремления к знаниям. Его открытия и разработки внесли огромный вклад в развитие науки и техники, а его имя стало символом математической гениальности. Гаусс по праву считается одним из величайших ученых в истории человечества, и его наследие продолжает вдохновлять новые поколения математиков и ученых по всему миру.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биография Карла Фридриха Гаусса. – URL: <https://biographie.ru/uchenie/karl-gauss/>. (дата доступа: 30.03.2025).
2. Вклад Карла Фридриха Гаусса в науку. – URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015008918-533635.html>. (дата доступа: 30.03.2025).
3. Теория квадратичных вычетов. – URL: <https://alexandr4784.narod.ru/gindikinpdf/g09.pdf>. (дата доступа: 30.03.2025).
4. Исследования Гаусса в его обсерватории. – URL: <https://infourok.ru/user/magomedov-murtazali-abdulaevich/blog/karl-fridrih-gauss-i-ego-vklad-v-caricu-nauk-166089.html>. (дата доступа: 30.03.2025).
5. Физика и электромагнетизм. – URL: [https://study.physics.itmo.ru/pluginfile.php/38890/mod\\_resource/content/1/Теоретический\\_минимум\\_курса\\_физики\\_Электромагнетизм\\_03.pdf](https://study.physics.itmo.ru/pluginfile.php/38890/mod_resource/content/1/Теоретический_минимум_курса_физики_Электромагнетизм_03.pdf). (дата доступа: 30.03.2025).
6. Гаусс и наследие. – URL: <https://biographie.ru/uchenie/karl-gauss/> (дата доступа: 30.03.2025).

УДК 929:51

**Пасовец К. А.**, студент 1-го курса факультета бухгалтерского учета  
**С. В. КОВАЛЕВСКАЯ: ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республики Беларусь

**Ключевые слова:** математика, ученый, дифференциальные уравнения, анализ, механика.

**Аннотация.** Приводятся факты биографии выдающегося русского математика, первой женщины в России С. В. Ковалевской, получившей степень доктора математических наук, которая внесла значительный вклад в различные области математики, включая анализ, дифференциальные уравнения и механику.

**Keywords:** mathematics, scientist, differential equations, analysis, mechanics.

**Summary.** The article presents the facts of the biography of an outstanding Russian mathematician, the first woman in Russia to receive a doctorate in mathematics, who made significant contributions to various fields of mathematics, including analysis, differential equations and mechanics.

**Введение.** Софья Васильевна Ковалевская (1850–1891) – выдающийся русский математик, первая женщина в России, получившая степень доктора математических наук. Она внесла значительный вклад в различные области математики, включая анализ, дифференциальные уравнения и механику.

**Цель исследования** состоит в изучении основных фактов о жизни и научной деятельности ученого С. В. Ковалевской.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающийся в изучении тех или иных фактов из жизни ученого на основе имеющейся априорной информации.

**Результаты исследования.** Софья Васильевна Ковалевская – российский математик и механик, иностранный член-корреспондент Петербургской академии наук. Первая в Российской империи и Северной Европе женщина-профессор и первая в мире женщина – профессор математики. Автор повести «Нигилистка» и книги «Воспоминания детства».

Софья Васильевна родилась 15 января 1850 г. в Москве в семье генерал-лейтенанта Василия Васильевича Корвин-Круковского и Елизаветы Федоровны Шуберт, ее предками были математики и астрономы.

Софья Ковалевская получила домашнее образование. Проявив большие способности к точным наукам, она в 1866 г. стала заниматься физикой и брала уроки высшей математики у известного педагога А. Н. Страннолюбского. Успехи в математике побудили Софию отправиться в Москву. Несмотря на протесты отца, в 1869 г. Софья Васильевна поступила в Высшее московское техническое училище (современный Московский технический университет им. Н. Э. Баумана).

В 1868 г., чтобы иметь возможность уехать за границу для продолжения образования, Софья Васильевна фиктивно вышла замуж за Владимира Онуфриевича Ковалевского – палеонтолога и дарвиниста, основателя эволюционной палеонтологии, доктора философии. В 1869 г. супруги уехали в Гейдельберг.

В 1874 г. Софья Васильевна защитила диссертацию на тему «К теории дифференциальных уравнений» и получила ученую степень доктора философии. Успех был грандиозным, и Ковалевские принимают решение вернуться домой, в Россию. С. В. Ковалевская надеялась получить должность преподавателя в Петербургском университете, но ей предложили учить математике девушек в женской гимназии.

Не получив возможности заниматься наукой, она попыталась найти себя в литературе и публицистике. 1876 г. Софья стала сотрудничать в газете А. С. Суворина «Новое время», выступая как научный обозреватель и театральный критик.

За несколько лет фиктивный брак Софьи Васильевны и Владимира Онуфриевича превратился в настоящую семью. Совместная жизнь была трудной, бывали периоды полного безденежья и отсутствия работы. Тем не менее в семье царил взаимоуважение и забота друг о друге. В 1878 г. у супругов родилась дочь Софья Владимировна Ковалевская. С. В. Ковалевская выступала с докладами перед исследователями и врачами. В 1878 г. она делает сообщение на VI съезде естествоиспытателей в Санкт-Петербурге. В 1880 г. Ковалевская избрана в члены Российского математического общества (она стала приват-доцентом). В 1882 г. становится профессором кафедры математики в Высшем московском техническом училище. Позже, после избрания ее членом Верховного Собора, переезжает в Петербург, где становится профессором Санкт-Петербургского технического (технологического) института.

В 1883 г. Ковалевская приехала в Берлин и остановилась у Карла Вейерштрасса. Благодаря его протекции, в ноябре 1883 г. Ковалевская получила приглашение шведского математика М. Г. Миттаг-Леффлера

занять должность приват-доцента в Стокгольмском университете. Сразу же прекрасно зарекомендовав себя, она была назначена ординарным профессором (с 1884 г.). Вначале Ковалевская преподавала на немецком, а через год смогла читать лекции и на шведском языке. В Стокгольмском университете С. В. Ковалевская прочла с большим успехом двенадцать курсов по различным отделам математики. В 1888 г. Софья Васильевна написала работу «Задача о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки», за которую получила премию Парижской академии наук, а за исследования, продолжающие эту тему, стала лауреатом премии Шведской академии наук.

7 ноября 1889 г. С. В. Ковалевская стала первой женщиной членом-корреспондентом на физико-математическом отделении Петербургской академии наук. С. В. Ковалевская выступала также и как литератор. Ее драма «Борьба за счастье» (1887), написанная совместно со шведской писательницей А. Ш. Леффлер-Эдгрэн, и роман «Нигилистка» (1891) опубликованы на русском и шведском языках. Однако самым известным произведением Ковалевской стал роман «Воспоминание детства» (1890). В литературных произведениях проявляются живой и глубокий ум Софьи Васильевны и широта ее интересов. В 1891 г. на пути из Берлина в Стокгольм Ковалевская серьезно простудилась и заболела воспалением легких. 29 января в возрасте сорока одного года, в самом расцвете творческой жизни, С. В. Ковалевская скончалась. Она похоронена в Стокгольме на Северном кладбище.

**Заключение.** В настоящее время мировое сообщество по заслугам оценило вклад Ковалевской. В 1992 г. Российская академия наук основала премию им. С. В. Ковалевской, которая вручается математикам ежегодно. Ее именем названы улицы, а также учебные заведения в России и за рубежом. Ее имя присвоено лунному кратеру и астероиду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полубаринова-Кочина, П. Я. Жизнь и деятельность С. В. Ковалевской / П. Я. Полубаринова-Кочина. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 52 с.
2. Полубаринова-Кочина, П. Я. С. В. Ковалевская / П. Я. Полубаринова-Кочина, И. Г. Зенкевич. – М.: Просвещение, 1986. – 77 с.
3. Памяти С. В. Ковалевской: сборник статей. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 154 с.
4. Леффлер, А. Ш. Софья Ковалевская: воспоминания А. К. Леффлер, герцогини ди-Кайянелло / А. Ш. Леффлер. – СПб.: Типография И. Н. Скороходова, 1893. – 315 с.
5. Воронцова, Л. А. Софья Ковалевская / Л. А. Воронцова. – М.: Молодая гвардия, 1959. – 335 с.

УДК 519.612

**Петрухина А. А., Хомичёнок А. А.**, студенты  
мелиоративно-строительного факультета

## **ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИК РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ**

*Научный руководитель – Василькова С. Л., ст. преподаватель  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** системы линейных уравнений (СЛУ), численные методы, обустройство территорий, оптимизация, планирование, проектирование, ресурсы, транспортные потоки, инженерные сети, экологическое моделирование, метод Гаусса, метод Крамера, матричный метод, итерационные методы, линейное программирование.

**Аннотация.** Статья посвящена изучению возможностей применения численных методов для решения систем линейных уравнений (СЛУ) в задачах обустройства территорий. Рассмотрены примеры использования СЛУ для оптимизации распределения земельных ресурсов, проектирования систем водоснабжения, планирования транспортных потоков и расчета устойчивости строительных конструкций. Проанализированы различные методы решения СЛУ и их применимость к задачам данной области.

**Keywords:** systems of linear equations, numerical methods, territory management, optimization, planning, design, resources, traffic flows, engineering networks, environmental modeling, Gauss method, Kramer method, matrix method, iterative methods, linear programming.

**Summary.** The article is devoted to the study of the possibilities of using numerical methods for solving systems of linear equations (SLS) in the problems of territorial development. Examples of the use of SLS for optimizing the distribution of land resources, designing water supply systems, planning traffic flows and calculating the stability of building structures are considered. Various methods of solving the problem and their applicability to the tasks of this field are analyzed.

**Объектом исследования** являются математические модели, описывающие процессы, связанные с обустройством территорий и решаемые с помощью систем линейных уравнений. К ним относятся: модели

распределения земельных ресурсов; модели проектирования инженерных сетей (водоснабжение, канализация, электроснабжение); модели транспортных потоков; модели расчета устойчивости строительных конструкций.

В условиях современного градостроительства и планирования территорий возникает необходимость в эффективном решении задач, связанных с распределением ресурсов, проектированием инфраструктуры и управлением земельными участками. Численные методы, в частности методы решения систем линейных уравнений (СЛУ), представляют собой мощный инструмент для моделирования и оптимизации сложных процессов, связанных с обустройством территорий.

**Актуальность исследования** обусловлена такими факторами, как растущая урбанизация (увеличение плотности населения в городах); ограниченность ресурсов и необходимость рационального использования земельных, энергетических и водных ресурсов; минимизация негативного воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации объектов инфраструктуры; повышение требований к безопасности и надежности строительных конструкций.

**Целью исследования** является анализ возможностей и разработка рекомендаций по применению численных методов решения систем линейных уравнений для решения задач, связанных с обустройством территорий.

**Методы исследования:** анализ литературных источников, метод математического моделирования, численные методы, сравнительный анализ.

Рассмотрим конкретные примеры применения использования методик решения систем линейных уравнений при обустройстве территории.

Предположим, нам необходимо распределить земельный участок между несколькими видами землепользования (например, жилая застройка, коммерческая зона, рекреационная зона). Каждому виду землепользования требуется определенное количество ресурсов: вода, электроэнергия, транспортная инфраструктура. С помощью СЛУ можно составить модель, учитывающую ограничения по доступным ресурсам и целевую функцию (например, максимизация прибыли или удовлетворение потребностей населения). Решение СЛУ позволит определить оптимальные площади для каждого вида землепользования.

При проектировании системы водоснабжения необходимо обеспечить равномерное распределение воды между потребителями, учитывая потери напора в трубах и требования к давлению в различных точ-

ках сети. СЛУ позволяют составить модель, описывающую гидравлические характеристики сети. Решение СЛУ позволит определить оптимальные диаметры труб и параметры насосного оборудования.

При планировании дорожной сети необходимо минимизировать затраты и обеспечить эффективное движение транспорта. СЛУ можно использовать для моделирования транспортных потоков и определения оптимальных параметров дорожной сети (количество полос движения, расположение перекрестков и светофоров). Моделирование транспортных потоков часто использует вариации задачи о максимальном потоке в сети.

При проектировании зданий и сооружений необходимо обеспечить их устойчивость к различным нагрузкам. СЛУ используются для расчета напряжений и деформаций в строительных конструкциях. Решение СЛУ позволит определить оптимальные размеры и материалы для элементов конструкции.

Методы решения СЛУ, применяемые в обустройстве территорий:

1) метод Гаусса – один из самых распространенных методов решения СЛУ. Он заключается в последовательном исключении переменных из уравнений;

2) метод Крамера применяется для СЛУ с небольшим количеством уравнений. Он основан на вычислении определителей матриц;

3) матричный метод основан на представлении СЛУ в матричной форме и нахождении обратной матрицы;

4) итерационные методы (метод Якоби, метод Зейделя) применяются для решения СЛУ с большим количеством уравнений. Они основаны на последовательном приближении к решению.

Таким образом, системы линейных уравнений являются мощным инструментом, позволяющим решать широкий круг задач, связанных с обустройством территорий. Применение СЛУ позволяет оптимизировать использование ресурсов, повысить эффективность планирования и проектирования, а также минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Владение методами решения СЛУ является важным навыком для специалистов, работающих в сфере обустройства территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курзенков, С. Высшая математика. Элементы линейной алгебры: учеб.-метод. пособие / С. В. Курзенков, Т. Б. Воронкова. – Горки: БГСХА, 2019. – 84 с.
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. Г. Кобельков. – 8-е изд. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.

УДК 519.6

Садуро П. М., Неборский А. Ю., студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

## **ВКЛАД ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ В ИЗУЧЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ**

*Научный руководитель – Василькова С. Л., ст. преподаватель  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** математика, приближение функции, эпоха Ренессанса, анализ, Леонард Эйлер, развитие науки, вклад ученых, современные технологии, Джон Фон Тейман.

**Аннотация.** В данной статье прослеживается эволюция теории приближения функций от зарождения до современности. Анализируются труды таких известных ученых, как Тейлор, Джон Фон Тейман, и их влияние на развитие методов приближения.

**Keywords:** mathematics, approximation of a function, Renaissance, analysis, Leonard Euler, development of science, contribution of scientists, modern technologies, John Von Teymann.

**Summary.** This article traces the evolution of the theory of approximation of functions from its inception to the present day. The works of such famous scientists as Taylor, John Von Teymann and their influence on the development of approximation methods are analyzed.

**Объект исследования** – развитие теории приближения функций, включая ее ключевые концепции, методы и алгоритмы, а также вклад известных ученых в формирование этой области математики.

**Актуальность:** актуальность статьи подчеркивает важность контекста для более глубокого понимания и применения научных идей в современном мире.

**Цель исследования** – анализ истории возникновения теории приближения функций.

**Методы исследования:** анализ, описание, систематизация.

Приближение функций – это важная область математического анализа, которая находит применение в различных областях науки и техники. Она охватывает множество методов и подходов, направленных на получение более простых и удобных для анализа функций, которые могут точно аппроксимировать сложные зависимости. В этой статье

рассмотрим исторические аспекты развития этой области и вклад выдающихся ученых в ее становление.

Начало изучения приближения функций связывают с развитием древнегреческой математики. Одним из первых известных методов приближения был метод интерполяции, использованный в работах таких математиков, как Архимед и Эвклид. Они использовали геометрические конструкции для отражения числовых зависимостей, что стало основой для последующих исследований [2].

Начало математического анализа тесно связано с эпохой Ренессанса, когда интерес к численным методам значительно возрос. В XVI–XVII вв. такие ученые, как Галилео Галилей и Ньютон, начали использовать полиномы для приближения функций и решения уравнений. Особенно важным стало создание метода, который сейчас называется методом Ньютона-Лейбница, применяемого для нахождения касательных к кривым.

В XVIII в. известный математик Леонард Эйлер внес значительный вклад в развитие теории рядов. Он изучил бесконечные ряды и их сходимость, что стало основой для многих методов приближения функций, таких как разложение в ряд Тейлора. Ряд Тейлора позволяет выражать сложные функции через простые полиномы, что значительно упрощает вычисления и анализ.

В XIX в. начинается активное развитие интерполяционных методов. Уильям Гамильтон, самый известный математик XIX в., работал над развитием методов численного решения дифференциальных уравнений. В это время появляются также и другие важные методы, такие как интерполяция с помощью сплайнов.

Немецкий математик, механик, физик и астроном Карл Фридрих Гаусс, который разработал метод наименьших квадратов, внес огромный вклад в математическую науку. Метод наименьших квадратов стал основой для анализа и обработки статистических данных. Этот метод нашел широкое применение в различных областях науки и техники.

С развитием вычислительных технологий в XX в. приближение функций на основе различных численных методов стало более доступным. Ученые Джон Фон Нейман и Кеннет Кун сосредоточились на разработке алгоритмов для численного интегрирования и дифференцирования. С появлением компьютеров был осуществлен переход к численным методам, которые позволяют эффективно приближать функции и решать сложные математические задачи.

На современном этапе развития математической науки новые компьютерные технологии и алгоритмы, машинное обучение и методы искусственного интеллекта открывают новые возможности для анализа и приближения функций. В последние годы наметилась тенденция к созданию адаптивных методов, которые способны изменять свою структуру в зависимости от свойств функции и области, в которой требуется ее приближение [1].

**Заключение.** Исторические аспекты развития области приближения функций демонстрируют, как на протяжении веков ученые искали способы упрощения сложных математических задач. Вклад выдающихся математиков и исследователей формировал базис для современных подходов, которые активно используются в научной и прикладной деятельности. Изучение и применение методов приближения функций остается актуальным направлением в математике, и его развитие продолжает вносить заметный вклад в научный прогресс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чепелев, Н. И. Математическое образование будущего инженера: проблемы и их решения / Н. И. Чепелев // Инновационные технологии и образование: Междунар. науч.-практ. конф., 29–30 апреля 2021 г.: в 2 ч. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: А. М. Маляревич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2021. – Ч. 1. – С. 38–42.

2. Прикладные задачи по математике для студентов инженерных специальностей: практикум / сост.: Т. И. Бова, О. И. Кузьменко, И. И. Малахов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2018. – 88 с.

УДК 345.67

**Секорская И. А.**, студентка 2-го курса экономического факультета  
**ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДНОЙ  
В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИКИ**

*Научный руководитель – Воронкова Т. Б., канд. экон. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** теория вероятностей, исторический аспект, моделирование экономических процессов.

**Аннотация.** В статье показано применение методов теории вероятностей в экономике, рассмотрен исторический аспект моделирования экономических процессов на основе теории вероятностей

**Key words:** theory of probability, historical aspect, modeling of economic processes.

**Summary.** The article shows the application of probability methods in economics, considers the historical aspect of modeling economic processes based on probability theory.

**Введение.** Производная как математический инструмент имеет глубокие исторические корни и находит широкое применение в различных областях науки, включая экономику. Исследование зависимости между изменениями в экономических показателях и их производными позволяет делать обоснованные выводы о тенденциях и оптимальных стратегиях ведения бизнеса. В данной статье рассматривается история применения производной в задачах экономики, а также ключевые моменты и достижения в этой области.

**Цель работы** – изучить исторические аспекты использования производной в задачах экономики, а также оценить роль производной в современной экономике.

**Материал и методика исследований.** Для выполнения поставленной цели была использована литература отечественных и зарубежных авторов, применены методы анализа, сбора и обобщения информации.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Концепция производной начала формироваться в XVII в. с работами таких ученых, как Исаак Ньютон и Готфрид Вильгельм Лейбниц. Их исследования по математическому анализу стали основой для дальнейшего развития математических методов в различных науках, включая экономику [1].

Первоначально производные использовались для анализа физических процессов, однако с XVIII в. их начали применять и в экономических задачах. Одним из первых экономистов, использовавших производные, был Адам Смит, который в своих трудах поднимал проблемы оптимизации и предельной полезности.

С развитием классической экономики в XIX в. производные стали активно использоваться для анализа предельных величин. Такие экономисты, как Давид Рикардо и Джон Стюарт Милль, применяли производные для изучения предельной производительности факторов производства и предельной полезности товаров.

Концепция предельной полезности, разработанная Карлом Менгером, основывается на производной функции полезности. Это позволило экономистам более точно оценивать, как изменение потребления одного товара влияет на общую полезность потребителя.

С развитием микроэкономики в XIX в. применение производных стало более систематизированным. Экономисты начали использовать производные для анализа поведения потребителей и фирм, а также для решения задач оптимизации [3].

Компании используют производные для нахождения оптимального уровня производства, минимизации затрат и максимизации прибыли. Производная функции затрат позволяет определить, при каком уровне производства затраты минимальны. Например, если функция прибыли  $P(q)$  зависит от объема производства  $q$ , то производная  $P'(q)$  позволяет определить, при каком уровне производства прибыль максимальна.

Производные также применяются для расчета эластичности спроса. Эластичность цены по спросу определяется как производная функции спроса по цене, деленная на отношение цены к количеству товара. Это позволяет анализировать, как изменение цены влияет на объем продаж.

В макроэкономике производные используются для анализа динамики экономических показателей, таких как валовой внутренний продукт (ВВП), инфляция и уровень безработицы. Например, первая производная временного ряда может показать скорость изменения показателя, а вторая – его ускорение или замедление [2].

В рамках моделей экономического роста, таких как модель Солоу, производные используются для анализа влияния накопления капитала и технологических изменений на экономический рост. Производные функций производства позволяют определить, как изменение факторов производства влияет на общий объем выпуска.

С развитием вычислительных технологий и эконометрики использование производных в экономике стало более распространенным.

Использование производной в задачах современной экономики охватывает множество аспектов, позволяя экономистам и аналитикам проводить глубокий анализ, оптимизировать процессы и принимать обоснованные решения.

При оценке регрессионных моделей производные позволяют анализировать, как изменения независимых переменных влияют на зависимую переменную. Это особенно важно для проверки значимости коэффициентов и понимания взаимосвязей между переменными.

В финансовом секторе производные используются для оценки риска и доходности активов. Например, производные функции доходности могут помочь инвесторам определить, как изменение рыночных условий повлияет на их инвестиционный портфель.

Производные применяются в теории игр для нахождения равновесия Нэша и анализа стратегий участников. Так, производные могут помочь определить, как изменение стратегии одного игрока влияет на результаты других игроков, что критично для конкурентных рынков.

В области экологической экономики производные используются для анализа взаимосвязей между экономическими и экологическими

факторами. Например, производные могут помочь оценить предельные издержки и выгоды от внедрения экологически чистых технологий.

Производные играют важную роль в анализе поведения потребителей, особенно в контексте эластичности спроса и предложения. Так, цена эластичности спроса определяется как производная функции спроса по цене, что позволяет компаниям оценивать, как изменения цен повлияют на объем продаж.

Производные используются в моделях экономического роста для анализа влияния таких факторов, как капитал, труд и технологии, на общий рост экономики. Это особенно актуально в контексте устойчивого развития, где производные помогают оценивать влияние экономической активности на экологические ресурсы.

В условиях цифровой экономики производные используются в алгоритмической торговле для быстрого анализа рыночных данных и принятия решений. Здесь производные помогают моделировать динамику цен и оценивать риски в реальном времени [4].

В эконометрике производные используются для оценки параметров моделей и проверки гипотез. Например, производные функций вероятности позволяют оценивать, как изменение одного из факторов влияет на вероятность наступления определенного события.

**Заключение.** Производная как математический инструмент имеет богатую историю применения в экономике. С момента своего возникновения она стала неотъемлемой частью анализа экономических процессов и принятия решений. От классических подходов к современным методам производные продолжают играть ключевую роль в современных экономических задачах, позволяя проводить глубокий анализ, оптимизировать процессы и принимать обоснованные решения. Их применение охватывает широкий спектр областей, включая эконометрику, финансовый анализ, теорию игр, экологическую экономику и поведение потребителей. В условиях быстро меняющегося экономического ландшафта использование производных становится все более актуальным для достижения устойчивого роста и развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экономический смысл производной // Современные наукоемкие технологии. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=31993> (дата обращения: 23.12.2024).
2. Применение производной при решении экономических задач. – URL: [https://infourok.ru/primenenie\\_proizvodnoy\\_pri\\_reshenii\\_ekonomicheskikh\\_zadach-533635.htm](https://infourok.ru/primenenie_proizvodnoy_pri_reshenii_ekonomicheskikh_zadach-533635.htm) (дата обращения: 24.12.2024).

3. История возникновения понятия производной. – URL: <https://infourok.ru/istoriya-vozniknoveniya-popyatiya-proizvodnoj-5750511.html> (дата обращения: 24.12.2024).

4. Ляховец, А. Д. Производная и её применение в экономике / А. Д. Ляховец // Электронная библиотека БГУ (дата обращения: 24.12.2024).

УДК 519.86:004.8(075.8)

**Тарелко И. В.**, студент 1-го курса экономического факультета  
**ИНТЕГРАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ  
И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ**

*Научный руководитель – Воронкова Т. Б., канд. экон. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** вероятностные модели, машинное обучение, экономические циклы, прогнозирование экономических показателей, большие данные, гибридные модели, оценка рисков и неопределенности.

**Аннотация.** В статье рассматривается интеграция вероятностных моделей с методами машинного обучения для улучшения прогнозирования экономических тенденций. Особое внимание уделяется анализу экономических циклов, использованию больших данных и разработке гибридных моделей, что позволяет повысить точность и надежность прогнозов в условиях неопределенности.

**Keywords:** probabilistic models, machine learning, economic cycles, economic forecasting, big data, hybrid models, risk and uncertainty assessment.

**Summary.** The integration of probabilistic models with machine learning methods to improve forecasting of economic trends is discussed in this article. Particular attention is paid to the analysis of economic cycles, the use of big data and the development of hybrid models, which allows to increase the accuracy and reliability of forecasts under uncertainty.

**Введение.** В современном мире экономические условия очень быстро меняются, поэтому точное прогнозирование экономических тенденций становится критически важным для принятия обоснованных решений. Традиционные методы экономического прогнозирования, такие как эконометрические модели, часто сталкиваются с ограничениями в условиях неопределенности и сложности современных экономических систем. В данной статье исследуются методы теории

вероятностей, анализ экономических циклов и методы машинного обучения, которые могут быть интегрированы для улучшения прогнозирования экономических показателей.

**Основная часть.** Вероятностные модели, такие как модели авторегрессии (AR), скользящего среднего (MA) и их комбинации (ARIMA), являются фундаментальными инструментами анализа и прогнозирования временных рядов экономических данных. Эти модели позволяют выявить структурные зависимости в данных и использовать их для предсказания будущих значений экономических показателей [1].

Модели авторегрессии основаны на предположении, что текущее значение временного ряда зависит от его предыдущих значений. Модели AR используются для описания временных рядов, где текущие значения зависят от прошлых значений. Они часто применяются для анализа стационарных временных рядов, где среднее и дисперсия остаются постоянными во времени.

Модели скользящего среднего описывают временные ряды, в которых текущее значение зависит от прошлых ошибок модели. Модели MA полезны для описания временных рядов, где наблюдаются эффекты шока, которые постепенно затухают. Модели ARIMA объединяют элементы как авторегрессии, так и скользящего среднего и включают интегрированную компоненту, которая позволяет моделировать нестационарные временные ряды.

Модели ARIMA широко используются для анализа и прогнозирования временных рядов, которые имеют как авторегрессионные, так и скользящие средние компоненты, а также для работы с нестационарными данными.

В экономическом анализе модели AR, MA и ARIMA применяются для прогнозирования экономических показателей, анализа финансовых рынков, управления рисками, оценки эффективности экономической политики. Преимущества моделей AR, MA и ARIMA включают их относительную простоту и возможность интерпретации. Однако они имеют и ограничения, такие как предположение о линейности и стационарности, которые ограничивают их применение в сложных экономических системах.

Экономические циклы представляют собой повторяющиеся колебания экономической активности, которые могут оказывать значительное влияние на различные аспекты экономики. Понимание и моделирование этих циклов является ключевым для прогнозирования экономических тенденций и разработки эффективной экономической политики.

Бизнес-циклы – это периодические колебания в уровне экономической активности, которые обычно включают фазы экспансии и рецессии. Эти циклы влияют на такие показатели, как ВВП, уровень занятости, инфляция и инвестиции. Анализ бизнес-циклов включает идентификацию фаз цикла, оценку длительности и амплитуды циклов, влияние на различные сектора экономики [2].

Для выявления скрытых циклических паттернов в экономических данных используются различные методы, включая спектральный анализ. Спектральный анализ позволяет разложить временной ряд на составляющие его частоты, выявляя периодические компоненты. Спектральный анализ полезен для обнаружения циклических паттернов, которые могут быть неочевидны при визуальном анализе данных. Использование фильтров, таких как фильтр Ходрика-Прескотта, для разделения временного ряда на трендовую и циклическую компоненты. Изучение корреляции между значениями временного ряда в разные моменты времени для выявления повторяющихся паттернов. Этот метод позволяет анализировать временные ряды в разных временных масштабах, что полезно для выявления как краткосрочных, так и долгосрочных циклических компонент.

Экономика любой страны подвержена влиянию глобальных экономических циклов. Исследование этого влияния включает анализ внешних шоков, международной торговли, финансовых потоков, политических и экономических связей. С развитием технологий и накоплением больших объемов данных машинное обучение становится все более важным инструментом в экономическом прогнозировании. Оно позволяет выявлять сложные зависимости и паттерны в данных, которые могут быть неочевидны для традиционных эконометрических методов.

Нейронные сети, особенно глубокие, способны моделировать сложные нелинейные зависимости в данных. Они могут быть использованы для прогнозирования экономических показателей, таких как ВВП, инфляция и безработица. Они способны обрабатывать большие объемы данных и выявлять сложные паттерны. Однако они требовательны к объему данных и вычислительным ресурсам [3].

Случайный лес – это ансамблевый метод, который строит множество деревьев решений и объединяет их результаты для повышения точности прогнозов. Он устойчив к переобучению, способен работать с разнотипными данными и относительно прост в интерпретации. Однако этот метод может требовать значительных вычислительных ресурсов при большом количестве деревьев.

Градиентный бустинг – это метод, который последовательно добавляет слабые модели для улучшения прогнозов. Этот метод характеризуется высокой точностью прогнозов, способностью работать с разнотипными данными, но он склонен к переобучению, если неправильно настроены гиперпараметры.

Гибридные модели объединяют традиционные эконометрические методы с методами машинного обучения для повышения точности прогнозов. Это может быть достигнуто интеграцией моделей, ансамблевыми методами и функциональной интеграцией.

Большие данные открывают новые возможности для улучшения прогнозирования экономических тенденций. Использование данных из различных источников, таких как социальные медиа, сенсоры, транзакции и др., позволяет получать более полную картину экономической активности. Применение методов обработки естественного языка для анализа новостей, отчетов и других текстовых источников может дать представление о настроениях и ожиданиях на рынке. Использование алгоритмов машинного обучения позволяет проводить анализ больших объемов данных и выявлять ранние сигналы изменений в экономических тенденциях. Большие данные позволяют строить модели, которые могут быстро адаптироваться к изменениям и обеспечивать более точные прогнозы в реальном времени.

Применение машинного обучения в прогнозировании экономических тенденций открывает новые горизонты для исследователей и практиков. Оценка эффективности различных алгоритмов, разработка гибридных моделей и использование больших данных позволяют значительно повысить точность и оперативность прогнозов. Однако важно учитывать и ограничения, такие как необходимость больших объемов данных и вычислительных ресурсов, а также проблемы интерпретируемости и этики. В конечном счете интеграция машинного обучения с традиционными эконометрическими методами может привести к созданию более мощных и надежных инструментов для экономического прогнозирования.

Модели ARIMA и нейронные сети могут быть использованы для прогнозирования ВВП страны. Традиционные эконометрические модели, такие как ARIMA, могут быть использованы для учета временных зависимостей и сезонных колебаний, в то время как нейронные сети могут выявлять сложные нелинейные зависимости, связанные с изменениями в структуре экономики. Комбинированный подход может повысить точность прогнозов ВВП, особенно в условиях экономической нестабильности.

Применение случайного леса и градиентного бустинга может позволить провести анализ факторов, влияющих на инфляцию, таких как цены на энергоносители, курсы валют и денежно-кредитная политика. Эти методы могут помочь выявить ключевые драйверы инфляции и предложить более точные прогнозы, учитывая множественные факторы и их взаимодействие.

Использование гибридных моделей, объединяющих эконометрические методы с машинным обучением, может помочь в прогнозировании уровня безработицы. Например, ARIMA-модели могут быть использованы для учета сезонных колебаний, в то время как методы машинного обучения могут учитывать изменения в структуре занятости и экономической политике. Такой подход может повысить точность прогнозов безработицы, особенно в периоды экономических изменений.

Эффективность тех или иных моделей зависит от вида прогнозируемых экономических показателей и условий. Например, нейронные сети могут превосходить традиционные модели в условиях высокой неопределенности, в то время как ARIMA может быть более эффективной для стабильных временных рядов.

Однако внедрение и использование данных моделей может сопровождаться различными проблемами. Одной из основных проблем является качество и доступность данных. Недостаток данных или их низкое качество могут существенно снизить точность прогнозов. Модели машинного обучения могут страдать от переобучения, особенно при недостаточном объеме данных. Это может привести к тому, что модель будет хорошо работать на обучающих данных, но плохо на новых данных. Многие модели машинного обучения, такие как нейронные сети, являются «черными ящиками», что затрудняет интерпретацию результатов и принятие обоснованных решений. Экономические условия могут быстро меняться, что требует постоянной адаптации и обновления моделей.

Экстремальные события, такие как экономические кризисы, могут значительно изменять экономические условия и структуру данных, что будет снижать точность прогнозов. Пандемии могут внести дополнительную неопределенность и изменчивость в экономические процессы, что требует учета новых факторов и адаптации моделей. Изменения в геополитической ситуации, такие как санкции, или изменения в торговых соглашениях, также могут влиять на экономические показатели и точность прогнозов.

**Заключение.** Использование вероятностных моделей и машинного обучения в экономическом прогнозировании предоставляет значительные возможности, но также связано с определенными рисками и ограничениями. Важно тщательно оценивать качество данных, учитывать экстремальные события и постоянно адаптировать модели к изменяющимся условиям. В конечном счете успешное применение этих методов требует сочетания технических навыков, глубокого понимания экономических процессов и готовности к инновациям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Математические методы в экономике и финансах: учебник / И. А. Александрова, В. М. Гончаренко, И. Е. Денежкина [и др.]; под ред. В. М. Гончаренко и В. Ю. Попова. – М.: КноРус, 2016. – 602 с.

2. Трофимова, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / Е. А. Трофимова, Н. В. Кисляк, Д. В. Гилёв; под общ. ред. Е. А. Трофимовой. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 160 с.

3. Трофимова, Е. А. Нейронные сети в прикладной экономике: учеб. пособие / Е. А. Трофимова, Вл. Д. Мазуров, Д. В. Гилёв; под общ. ред. Е. А. Трофимовой. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 96 с.

УДК 338.12(376)

**Филон Я. А.**, студент 2-го курса факультета бизнеса и права  
**ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН**

*Научный руководитель – Гусарова Г. Г., ст. преподаватель  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** теория вероятностей, случайная величина, числовые характеристики случайной величины.

**Аннотация.** Случайные величины – это одно из фундаментальных понятий в теории вероятностей и статистике, которое позволяет количественно описывать неопределенность и случайные явления. Значения случайных величин зависят от случайных факторов и могут принимать различные значения в зависимости от результата случайного эксперимента.

**Keywords:** probability theory, random variable, numerical characteristics of a random variable.

**Summary.** Random variables are one of the fundamental concepts in probability theory and statistics, which allows us to quantitatively describe uncertainty and random phenomena. The values of random variables de-

pend on random factors and can take on different values depending on the result of a random experiment.

В современном мире, где данные играют важную роль в принятии решений, знание о случайных величинах становится необходимым для анализа рисков, прогнозирования событий и оптимизации процессов.

Случайной величиной называют такую переменную величину, которая под воздействием случайных факторов может с определенными вероятностями принимать те или иные значения из некоторого множества чисел.

Итак, чтобы задать случайную величину, надо указать, какие значения она может принимать и какие вероятности этих значений.

Различают дискретные и непрерывные случайные величины. Случайная величина непрерывна, если ее значения могут лежать в некотором континууме возможных значений. Это предполагает, что их нельзя пересчитать, ставя в соответствие им натуральные числа. Значения непрерывной случайной величины могут лежать на отрезке, интервале, луче и т. д.

*Пример:*  $Y$  – дальность прыжка в длину (в некоторых единицах). Случайная величина  $Y$  может принять *несчётно много* значений из некоторого числового промежутка.

Случайная величина называется дискретной, если результаты наблюдений представляют собой конечный или счетный набор возможных чисел.

Случайная величина включает в себя несколько изолированных возможных значений, каждое из которых может с определенной вероятностью быть результатом испытания.

Число возможных значений дискретной случайной величины может быть конечным или бесконечным.

*Пример:*  $X$  – количество очков, которое выпадет после броска игрального кубика.

В результате данного испытания выпадет одна и только грань, какая именно – не предсказать; при этом случайная величина  $X$  может принять одно из следующих значений:  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 2$ ,  $x_3 = 3$ ,  $x_4 = 4$ ,  $x_5 = 5$ ,  $x_6 = 6$ .

В результате одного испытания случайная величина  $X$  принимает одно и только одно возможное значение, заранее не известное и зависящее от случайных причин, которые не могут быть учтены [1].

Дискретная случайная величина может быть задана законом распределения.

Законом распределения дискретной случайной величины называют соотношение, устанавливающее связь между отдельными возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями. Чаще всего закон записывается таблицей.

$X$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	...	$x_n$
$P$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	...	$p_n$

Так, например, закон распределения вероятностей выпавших на кубике очков имеет следующий вид:

$X$	1	2	3	4	5	6
$P$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

Закон распределения дискретной случайной величины полностью ее характеризует. Однако часто закон распределения неизвестен, и приходится ограничиваться меньшими сведениями. Иногда даже выгоднее пользоваться числами, которые описывают случайную величину суммарно; такие числа называют числовыми характеристиками случайной величины. К числу важных числовых характеристик относятся математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение.

Математическим ожиданием дискретной случайной величины называют сумму произведений всех ее возможных значений на их вероятности. Оно определяет среднее ожидаемое значение дискретной случайной величины при многократном повторении [3].

Если дискретная случайная величина  $X$  задана законом распределения и принимает значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  с соответствующими вероятностями  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , то математическое ожидание вычисляется по формуле:

$$M(X) = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + x_3 \cdot p_3 + \dots + x_n \cdot p_n.$$

Вычислим, например, математическое ожидание случайной величины  $X$  – количества выпавших на игральном кубике очков:

$$M(X) = 1 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{6} + 3 \cdot \frac{1}{6} + 4 \cdot \frac{1}{6} + 5 \cdot \frac{1}{6} + 6 \cdot \frac{1}{6} = \frac{21}{6} = 3,5.$$

В чем состоит вероятностный смысл полученного результата? Если подбросить кубик достаточно много раз, то среднее значение выпавших очков будет близко к 3,5 – и чем больше провести испытаний, тем ближе.

Дисперсией дискретной случайной величины называют математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания:

$$D(x) = M [(x - M(x))^2].$$

Формула  $D(X) = M(X^2) - M^2(X)$  облегчает задачу нахождения дисперсии случайной величины.

Дисперсия  $D(X)$  является важной числовой характеристикой случайной величины, отражающей степень разброса ее значений относительно центра ее рассеяния – математического ожидания. Она имеет размерность квадрата размерности самой случайной величины. В тех случаях, когда оценку разброса значений случайной величины необходимо иметь в виде числа той же размерности, что и характеризующая величина, пользуются средним квадратическим отклонением.

Средним квадратическим отклонением случайной величины  $X$  называют квадратный корень из дисперсии:  $\sigma$

$$D(X) = 0^2 \cdot 0,15 + 1^2 \cdot 0,11 + 2^2 \cdot 0,04 + \dots + 9^2 \cdot 0,12 + 10^2 \cdot 0,20 - 5,36^2 = 13,61,$$

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = 3,69;$$

$$D(Y) = 0^2 \cdot 0,01 + 1^2 \cdot 0,03 + 2^2 \cdot 0,05 + \dots + 9^2 \cdot 0,04 + 10^2 \cdot 0,02 - 5,36^2 = 4,17,$$

$$\sigma(Y) = \sqrt{D(Y)} = 2,04.$$

При равенстве средних значений числа выбываемых очков характеристика рассеяния относительно среднего значения меньше у второго стрелка и, очевидно, ему для получения более высоких результатов стрельбы по сравнению с первым стрелком нужно сместить «центр» распределения числа выбываемых очков, т. е. увеличить  $M(Y)$ , научившись правильно целиться в мишень.

Дискретные и непрерывные случайные величины обеспечивают гибкость в подходах к анализу данных, позволяя исследователям и практикам адаптировать методы под конкретные задачи. Понимание ключевых характеристик случайных величин, таких как математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, является основой для построения статистических моделей и принятия обоснованных решений.

В условиях растущей сложности и динамичности современного мира знание о случайных величинах становится особенно актуальным. Они помогают не только в анализе рисков и прогнозировании, но и в оптимизации процессов и разработке эффективных стратегий. Таким образом, изучение случайных величин открывает новые горизонты для исследований и практического применения, способствуя более глубокому пониманию окружающей реальности и улучшению качества принимаемых решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Е. А. Ковалев, Г. А. Медведев; под общ. ред. Г. А. Медведева. – М.: Юрайт, 2016. – 284 с.
2. Высшая математика. Математическая статистика: учеб.-метод. пособие / Т. Б. Воронкова, С. Л. Василькова, Е. Л. Демитриченко, С. В. Курзенков. – Горки: БГСХА, 2019. – 74 с.
3. Теория вероятностей, математическая статистика. Задачи, упражнения, тестовые задания: учеб. пособие / Ю. С. Харин [и др.]. – Минск: БГУ, 2009. – 302 с.

УДК 510

**Хмурович Е. А.**, студент 2-го курса факультета бизнеса и права

## **МАТЕМАТИКА – ЯЗЫК ПОЗНАНИЯ МИРА**

*Научный руководитель – Гусарова Г. Г., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** математика, исторический аспект, физика, химия, биология.

**Аннотация.** Математика из покрытой ореолом таинственности науки превращается в обычный инструмент исследования, потребность в использовании которого ощущает все большее число специалистов в разных областях знания. В статье приведен анализ исторического развития математических знаний, показано их применение в естественных и социальных науках и влияние на жизнедеятельность человека.

**Key words:** mathematics, historical aspect, physics, chemistry, biology.

**Summary.** Mathematics from a science covered with a halo of mystery is turning into a common research tool, the need for the use of which is felt by an increasing number of specialists in various fields of knowledge. The article provides an analysis of the historical development of mathematical knowledge, shows its application in the natural and social sciences and the impact on human life.

**Введение.** Математика – это не просто совокупность формул и уравнений. Она является универсальным языком, который человечество использует для описания, понимания и объяснения окружающей реальности. С древних времен математика служила инструментом для решения практических задач, таких как измерение земель, ведение торговли и астрономические наблюдения. В наше время математика охватывает значительно более разнообразные сферы, включая физику, химию, биологию и социальные науки.

**Цель работы** – исследовать значение математики как инструмента познания мира и ее влияние на различные науки и повседневные аспекты жизни. В ходе исследования будет проведен анализ исторического развития математических знаний, рассмотрено их применение в естественных и социальных науках, а также показано, как математика влияет на принятие решений и решение практических задач в нашей жизни.

**Исторический аспект.** История математики насчитывает множество тысячелетий. Древние цивилизации, такие как египетская и вавилонская, использовали математические знания для выполнения строительных работ, ведения сельского хозяйства и астрономических наблюдений. Греки внесли значительный вклад в развитие теоретической математики, заложив основы геометрии и арифметики. Философы, такие как Пифагор и Евклид, рассматривали математику как средство достижения истины.

В средние века математика активно развивалась в арабских странах, где были сделаны важные открытия в алгебре и тригонометрии. Эпоха Ренессанса принесла новый этап в математике с появлением аналитической геометрии и исчисления. Такие ученые, как Ньютон и Лейбниц, разработали методы, которые стали основой для дальнейших научных изысканий.

**Математика как язык науки.** Математика выступает в роли языка, с помощью которого описываются законы природы. Например, физика основывается на математических моделях для объяснения таких явлений, как движение тел, электромагнетизм и квантовая механика. Уравнения Ньютона используются для описания движения объектов, а уравнения Максвелла – для характеристик электромагнитных полей.

В биологии математика помогает в моделировании сложных систем, таких как экосистемы и популяции организмов.

В экономике математика играет важную роль в создании моделей рынка и прогнозировании экономических процессов. Статистические методы применяются для анализа данных и выявления закономерностей.

**Математика в повседневной жизни.** Математика проникает во все сферы нашей жизни. Она необходима при планировании бюджета, анализе данных и принятии решений. Даже такие простые действия, как приготовление пищи или организация поездки, требуют проведения математических расчетов.

Современные технологии, включая компьютеры и смартфоны, основаны на математических принципах. Алгоритмы, управляющие поисковыми системами и социальными сетями, применяют сложные математические модели для обработки информации.

Еще одна важная область применения математики – *оптимизация*. Поиск оптимальных вариантов требует разработки сложных и высокоэффективных алгоритмов. Как лучше организовать работу транспорта

и доставку почты или товаров? Каким должно быть расписание поездов, чтобы облегчить пересадку, минимизировать число составов и оптимизировать график работы персонала? Это касается и городского общественного транспорта, и авиакомпаний.

Такие же методы применяются в сфере экологических преобразований, когда необходимо добиться более рационального потребления ресурсов. Каким образом экономить энергию и воду, сократить объемы пищевых отходов и использовать ограниченные ресурсы максимально эффективно и с соблюдением принципов устойчивого развития.

**Заключение.** Математика представляет собой мощный инструмент для познания окружающего мира. Она не только помогает описывать и объяснять природные явления, но и решать практические задачи в повседневной жизни. Это осознал еще Галилео Галилей, который писал в своем трактате 1623 г., что Вселенная – это книга, написанная на языке математики. Эволюция математических знаний открывает новые возможности для науки и технологий, что позволяет человечеству глубже понимать свою среду и находить решения для сложных вызовов. В будущем математика будет и далее занимать важное место в нашем стремлении к познанию и прогрессу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ньютон, И. Математические начала натуральной философии / И. Ньютон. – М.: Наука, 1979. – 688 с.
2. Костюков, В. И. История математики / В. И. Костюков. – М.: Наука, 2005.
3. Хокинг, Стивен. Кратчайшая история времени / Стивен Хокинг, Леонард Млодин; пер. с англ. Б. Оралбекова; под ред. А. Г. Сергеева. – СПб.: Амфора, ТИД Амфора, 2011. – 180 с.

УДК 517(072)

**Хорошун Е. Н.**, студент мелиоративно-строительного факультета

### **ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ**

*Научный руководитель – Василькова С. Л., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** квадратурные формулы, узлы квадратурной формулы, погрешность квадратурной формулы, степень точности, оценка погрешности.

**Аннотация.** Квадратурные формулы, позволяющие приближенно вычислять определенные интегралы, играют важнейшую роль в численном интегрировании. Оценка погрешности и поиск методов повышения точности являются ключевыми задачами при их использовании.

**Keywords:** quadrature formulas, nodes of a quadrature formula, error of a quadrature formula, degree of accuracy, error assessment.

**Summary.** Quadrature formulas, which allow for the approximate calculation of definite integrals, play a key role in numerical integration. Error estimation and the search for methods to improve accuracy are key tasks in their use.

**Объектом исследования** являются основы, источники и оценка погрешности квадратурных формул, а также методы повышения точности квадратурных формул.

**Актуальность исследования** состоит в описании и оценке погрешностей квадратурных формул, а также в изучении методов повышения их точности.

**Целью исследования** является оценка погрешностей и описание методов повышения точности квадратурных формул.

**Методы исследования:** анализ литературных источников, метод математического моделирования, численные методы, сравнительный анализ.

Квадратурные формулы играют важнейшую роль в численном интегрировании, позволяя приближенно вычислять определенные интегралы, заменяя их взвешенной суммой значений подынтегральной функции в определенных точках (узлах). Поскольку ни одна квадратурная формула не является абсолютно точной, оценка погрешности и поиск методов повышения точности являются ключевыми задачами при их использовании.

Источниками погрешности могут быть:

а) усечение ряда: квадратурные формулы часто выводятся на основе разложения подынтегральной функции в ряд (например, ряд Тейлора). Усечение этого ряда приводит к погрешности;

б) замена интеграла суммой: непрерывный интеграл заменяется дискретной суммой, что является приближением;

в) погрешность округления: в вычислениях с плавающей точкой возникают ошибки округления, которые также вносят свой вклад в общую погрешность;

г) гладкость функции: погрешность квадратурной формулы сильно зависит от гладкости подынтегральной функции. Чем выше гладкость, тем точнее будет результат.

Существуют различные методы оценки погрешности.

При теоретической оценке используются остаточные члены формулы, полученные при ее выводе. Например, для формулы трапеций остаточный член выражается через вторую производную подынтегральной функции. Такие оценки часто включают производные высокого порядка, и их практическое применение может быть затруднено, если производные неизвестны или сложно вычисляются. Апостериорная оценка (практическая оценка Рунге) основана на вычислении интеграла с использованием квадратурной формулы с двумя различными шагами.

При адаптивном методе интервал интегрирования разбивается на несколько подынтервалов, и для каждого подынтервала погрешность оценивается отдельно. Если погрешность превышает заданный порог, подынтервал делится на более мелкие части. Это позволяет повысить точность в тех областях, где функция ведет себя наиболее сложно. При использовании более точных формул переход к квадратурным формулам более высокого порядка (например, от формулы трапеций к формуле Симпсона) часто позволяет значительно уменьшить погрешность. Экстраполяция Ричардсона позволяет получить более точное значение интеграла, комбинируя результаты, полученные с использованием квадратурной формулы с разными шагами.

Для повышения точности квадратурных формул используются следующие методы. Уменьшение шага интегрирования ( $h$ ), который приводит к уменьшению погрешности, но увеличивает объем вычислений и, как следствие, может увеличить погрешность округления.

Использование квадратурных формул более высокого порядка (например, формулы Симпсона и Гаусса) обычно приводит к меньшей погрешности, чем формулы низкого порядка (например, формулы трапеций, прямоугольников) при той же вычислительной стоимости. Адаптивное интегрирование позволяет динамически адаптировать шаг интегрирования к поведению подынтегральной функции.

Использование для некоторых классов функций особых квадратурных формул обеспечивает более высокую точность. Например, квадратурные формулы Гаусса-Эрмита для интегралов с весовой функцией. Метод Монте-Карло применяется для многомерных интегралов и интегралов от сложных функций, основанный на статистическом моделировании и позволяющий получить оценку интеграла и ее погрешности.

Если подынтегральная функция имеет особенности (например, разрывы или неограниченные производные) на интервале интегрирова-

ния, то необходимо применять специальные методы. Например, можно разбить интервал на несколько частей, чтобы особенность находилась на границе интервала, или использовать квадратурные формулы с особыми весами. Выбор наиболее подходящей квадратурной формулы зависит от нескольких факторов: гладкости подынтегральной функции, требуемой точности, вычислительных ресурсов, наличия особых точек.

**Заключение.** Оценка погрешностей и повышение точности квадратурных формул – важная задача в численном интегрировании. Существует множество методов и подходов для решения этой задачи, и выбор наиболее подходящего метода зависит от конкретной задачи и доступных ресурсов. Тщательный анализ подынтегральной функции и применение подходящих методов оценки погрешности позволяют получить надежные результаты с заданной точностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 632 с.

2. Воробьева, Г. Н. Практикум по вычислительной математике: учеб. пособие / Г. Н. Воробьева, А. Н. Данилова. – М.: Высш. шк., 1990. – 208 с.

УДК 929:51

**Шуляк Л. А.**, студент 1-го курса факультета бухгалтерского учета  
**ДЕКАРТ: БИОГРАФИЯ, ФИЛОСОФИЯ И ВКЛАД В НАУКУ**

*Научный руководитель – Козлов С. И., канд. техн. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** француз, ученый, философия, математика, физика, механика.

**Аннотация.** В статье исследуется деятельность французского философа и математика Рене Декарта, внесшего значительный вклад в развитие таких наук, как философия, математика, физика, физиология.

**Keywords:** French, scientist, philosophy, mathematics, physics, mechanics.

**Summary.** The article examines the work of the French philosopher and mathematician René Descartes, who made a significant contribution to the development of such sciences as philosophy, mathematics, physics, and physiology.

**Введение.** Рене Декарт (лат. *Renatus Cartesius* – Картезий) – французский математик, философ, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики, автор метода радикального сомнения в философии, механицизма в физике, предтеча рефлексологии [1].

*Cogito, ergo sum* – я мыслю, следовательно, я существую. Эта фраза сделала бессмертным Рене Декарта. После него осталось огромное наследие, причем в абсолютно разных отраслях науки, ему принадлежит открытие алгебраической символики, применяемой и сейчас, он оставил свой след в геометрии, физике и рефлексологии, но именно эта фраза содержит главную философскую идею, которой он придерживался всю жизнь.

**Цель исследования** состоит в изучении основных фактов жизни и научной деятельности французского ученого Рене Декарта.

**Методика исследования.** Научно организованный сбор сведений, заключающийся в изучении тех или иных фактов из жизни ученого на основе имеющейся априорной информации.

**Результаты исследования.** Декарт являлся потомком старинного дворянского рода, был младшим из трех сыновей. Родился он 31 марта 1596 года в Ла-Э-ан-Турене во Франции. Его мама – Жанна Брошар – умерла, когда он был годовалым малышом. Папа – Жоаким Декарт – состоял в парламенте, занимал должность судьи бретонского Высшего суда городка Ренн. В связи с занятостью на государственной службе он редко бывал дома, поэтому мальчика воспитывала бабушка по материнской линии.

Мальчик всегда был любознательным и обладал пытливым умом, но физически он был очень слаб. Начальное образование Декарт получил в иезуитском коллеже Ла Фреш. Образование носило религиозную направленность, что повлияло на то, что он начал сомневаться в философских авторитетах, существовавших в то время.

После окончания колледжа в 1612 г. Рене Декарт переехал в Пуатье, где изучал право. Позже он недолго жил в Париже. В 1617 г. он записался в армию, сражался в революционной Голландии, а позже участвовал в битве за Прагу. Затем Декарт возвращается во Францию, в Париж, выдвигает свои революционные идеи. За свои идеи был обвинен в ереси иезуитами и, опасаясь преследований, переезжает в Голландию, где прожил двадцать лет, занимаясь наукой [2].

Так как церковь враждебно относилась к его работам и идеям, после его смерти все изданные книги были запрещены, а его философию

запретили преподавать во французских учебных заведениях. Умер Декарт в 1649 г. в Стокгольме от пневмонии, но есть версия о смерти от отравления мышьяком.

Философия Декарта была дуалистической: дуализм души и тела, то есть двойственность идеального и материального, признающего и то и другое независимыми, самостоятельными началами, о чем впоследствии писал и Иммануил Кант.

Декарт признавал наличие в мире двух родов субстанций: протяженной (*res extensa*) и мыслящей (*res cogitans*), при этом проблема их взаимодействия разрешалась введением общего источника (Бога), который, выступая создателем, являясь высшей субстанцией, формирует обе субстанции по одним и тем же законам. Бог сотворил материю вместе с движением и покоем и сохраняет их.

Многие элементы философии Декарта имеют место в позднем аристотелизме, возрожденном стоицизме XVI в. или у более ранних философов, таких как Августин. В своей натурфилософии он отличался от схоластики по двум основным пунктам: во-первых, он отвергал расщепление телесной субстанции на материю и форму; во-вторых, он отвергал всякую апелляцию к конечным целям, божественным или естественным, при объяснении природных явлений [3].

Главным вкладом Декарта в философию стало классическое построение философии рационализма как универсального метода познания. Конечной целью определялось знание [4].

Разум, по Декарту, критически оценивает опытные данные и выводит из них скрытые в природе истинные законы, формулируемые на математическом языке. Могущество разума ограничено лишь несовершенством человека по сравнению с Богом, который как раз несет в себе все совершенные характеристики. Учение Декарта о познании было первым кирпичиком в фундаменте рационализма.

В своем богословии он настаивает на абсолютной свободе акта творения Бога. Отказываясь признать авторитет предыдущих философов, Декарт часто отделял свои взгляды от философов, предшествовавших ему. В первом разделе «Страстей души», трактата об эмоциях раннего Нового времени, Декарт заходит так далеко, что утверждает, что он будет писать на эту тему, «как будто никто не писал об этом раньше». Его наиболее известное философское утверждение – «*cogito, ergo sum*» («Я мыслю, следовательно, я существую»; фр. *Je pense, donc je suis*), написанное в «Рассуждении о методе» (1637, на французском и латинском языках) и «Первоначалах философии» (1644, на латыни) [4].

Другой важнейшей чертой подхода Декарта был механицизм. Материя (включая тонкую) состоит из элементарных частиц, локальное механическое взаимодействие которых и производит все природные явления. Для философского мировоззрения Декарта характерен также скептицизм, критика предшествующей схоластической философской традиции.

Самодостоверность сознания, *cogito* (декартовское «мыслю, следовательно, существую» – лат. *Cogito, ergo sum*), равно как и теория врожденных идей, является исходным пунктом картезианской гносеологии. Картезианская физика, в противоположность ньютоновской, считала все протяженное телесным, отрицая пустое пространство, и описывала движение с помощью понятия «вихрь»; физика картезианства впоследствии нашла свое выражение в теории близкодействия.

В 1637 г. вышел в свет главный философско-математический труд Декарта «Рассуждение о методе» (полное название «Рассуждение о методе, позволяющем направлять свой разум и отыскивать истину в науках»).

Рене Декарт сформулировал четыре принципа в «Рассуждении о методе...», которых придерживался до конца жизни:

- 1) считать истиной только то, что мыслится ясно и отчетливо;
- 2) делить проблему на множество частей, чтобы полностью ее решить;
- 3) исследовать более легкие предметы и постепенно восходить к познанию наиболее сложных;
- 4) составлять полноценные обзоры, чтобы быть уверенным в отсутствии упущений.

Метод Декарта был основой его теории познания. Познание состоит из опыта и мышления. основополагающие врожденные истины раскрываются при помощи интеллектуальной интуиции и сомнения.

В приложении «Геометрия» к этой книге излагались аналитическая геометрия, многочисленные результаты в алгебре и геометрии, в другом приложении – открытия в оптике (в том числе правильная формулировка закона преломления света) и многое другое.

Особо следует отметить переработанную им математическую символику, с этого момента близкую к современной. Коэффициенты он обозначал  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , ..., а неизвестные –  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Натуральный показатель степени принял современный вид (дробные и отрицательные утвердился благодаря Ньютону). Появилась черта над подкоренным выражением. Уравнения приводятся к канонической форме (в правой части – ноль).

Символическую алгебру Декарт называл «Всеобщей математикой» и писал, что она должна объяснить «все относящееся к порядку и мере» [5].

Создание аналитической геометрии позволило перевести исследование геометрических свойств кривых и тел на алгебраический язык, то есть анализировать уравнение кривой в некоторой системе координат. Этот перевод имел тот недостаток, что теперь надо было аккуратно определять подлинные геометрические свойства, не зависящие от системы координат (инварианты). Однако достоинства нового метода были исключительно велики, и Декарт продемонстрировал их в той же книге, открыв множество положений, неизвестных древним и современному ему математикам.

В «Геометрии» были даны методы решения алгебраических уравнений (в том числе геометрические и механические), классификация алгебраических кривых. Новый способ задания кривой – с помощью уравнения – был решающим шагом к понятию функции. Декарт формулирует точное «правило знаков» для определения числа положительных корней уравнения, хотя и не доказывает его.

Декарт исследовал алгебраические функции (многочлены), а также ряд «механических» (спирали, циклоида). Для трансцендентных функций, по мнению Декарта, общего метода исследования не существует.

Комплексные числа еще не рассматривались Декартом на равных правах с вещественными, однако он сформулировал (хотя и не доказал) основную теорему алгебры: общее число вещественных и комплексных корней многочлена равно его степени. Отрицательные корни Декарт по традиции именовал ложными, однако объединял их с положительными термином действительные числа, отделяя от мнимых (комплексных). Этот термин вошел в математику. Впрочем, Декарт проявил некоторую непоследовательность: коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ... у него считались положительными, а случай неизвестного знака специально отмечался многоточием слева.

Все неотрицательные вещественные числа, не исключая иррациональные, рассматриваются Декартом как равноправные; они определяются как отношения длины некоторого отрезка к эталону длины. Позже аналогичное определение числа приняли Ньютон и Эйлер. Декарт пока еще не отделяет алгебру от геометрии, хотя и меняет их приоритеты; решение уравнения он понимает как построение отрезка с длиной, равной корню уравнения. Этот анахронизм был вскоре отброшен его учениками, прежде всего – английскими, для которых геометрические построения – чисто вспомогательный прием.

«Геометрия» сразу сделала Декарта признанным авторитетом в математике и оптике. Издана она была на французском, а не на латинском языке. «Геометрия» была, однако, тут же переведена на латинский и неоднократно издавалась отдельно, разрастаясь от комментариев и став настольной книгой европейских ученых. Труды математиков второй половины XVII в. отражают сильнейшее влияние Декарта.

Физические исследования Декарта относятся главным образом к механике, оптике и общему строению Вселенной. Физика Декарта, в отличие от его метафизики, была материалистической: Вселенная целиком заполнена движущейся материей и в своих проявлениях самодостаточна. Неделимых атомов и пустоты Декарт не признавал и в своих трудах резко критиковал атомистов, как античных, так и современных ему. Кроме обычной материи, Декарт выделил обширный класс невидимых тонких материй, с помощью которых пытался объяснить действие теплоты, тяготения, электричества и магнетизма.

Основными видами движения Декарт считал движение по инерции, которое сформулировал (1644) так же, как позднее Ньютон, и материальные вихри, возникающие при взаимодействии одной материи с другой [6]. Взаимодействие он рассматривал чисто механически, как соударение. Декарт ввел понятие количества движения, сформулировал (в нестрогой формулировке) закон сохранения движения (количества движения), однако толковал его неточно, не учитывая, что количество движения является векторной величиной (1664).

В 1637 г. вышла в свет «Диоптрика», где содержались законы распространения света, отражения и преломления, идея эфира как переносчика света, объяснение радуги. Декарт первым математически вывел закон преломления света (независимо от В. Снеллиуса) на границе двух различных сред. Точная формулировка этого закона позволила усовершенствовать оптические приборы, которые тогда стали играть огромную роль в астрономии и навигации (а вскоре и в микроскопии).

**Заключение.** Французский математик и философ Рене Декарт сделал много открытий, проложил путь к новому, позволил наукам развиваться дальше. Он оставил необычайно большой вклад в истории. Он проложил путь следующим ученым: Паскалю, Ньютону, Арно и Ницолу. Четыре правила метода Декарта стали основой методов синтеза и анализа. Его влияние на развитие науки эпох нового времени огромно.

*Cogito, ergo sum* – я мыслю, следовательно, я существую. Эта фраза сделала Рене Декарта бессмертным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева, В. В. Философии: учебник для вузов / В. В. Васильева. – М.: Изд-во «Академический Проект», 2008. – 437 с.
2. Пырков, В. К 425-летию юбилею Рене Декарта / В. Пырков // Математика. – № 3. – 2021. – 8 с.
3. Полякова, Т. С. История математики: Европа XVII – начало XVIII в.: Краткий очерк / Т. С. Полякова. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. – 137 с.
4. Горелов, А. А. Основы философии / А. А. Горелов. – М.: Издат. центр «Академия», 2016. – 231 с.
5. Лосев, А. Ф. История философии в конспективном изложении / А. Ф. Лосев. – М.: Мысль, 1989. – 204 с.
6. Матвиевская, Г. П. Рене Декарт / Г. П. Матвиевская. – М.: Наука, 1976. – 475 с.

## Секция 2. ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ (ИСТОРИЯ И КОМПАРАТИВИСТИКА)

УДК 53

**Алещенко Е. В.**, студент 3-го курса

мелиоративно-строительного факультета

**Авсиквич М. В., Тумарева М. В.**, студенты 2-го курса

факультета биотехнологии и аквакультуры

**Ельницкий В. А.**, студент 1-го курса

факультета механизации сельского хозяйства

### **РОЛЬ ФИЗИКИ В ОБЩЕСТВЕ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, биофизика, математика, методология науки, общество, открытия, теория.

**Аннотация.** В статье рассматривается значение такой науки, как физика. Физика вносит вклад в технологическую инфраструктуру и обеспечивает подготовленный персонал, необходимый для использования научных достижений и открытий. Физика является важным элементом в образовании химиков, инженеров и компьютерных специалистов, а также практиков других физических и биомедицинских наук. Без физики у нас не было бы многих вещей, которые мы сегодня воспринимаем как должное, включая транспорт, строительство и телекоммуникации, а также некоторых важнейших достижений в области здравоохранения, таких как сканеры МРТ. Физика помогла нам лучше понять все природные процессы вокруг нас, и мы используем эти знания для создания вещей, приносящих пользу обществу. Взаимосвязь естественнонаучного прогресса, технологического с изменениями в социальной организации – главный вопрос этой статьи.

**Keywords:** physics, biophysics, mathematics, methodology of science, society, discoveries, theory.

**Summary.** The article examines the importance of such a science as physics. Physics contributes to the technological infrastructure and provides the trained personnel needed to take advantage of scientific achievements and discoveries. Physics is an important element in the education of chem-

ists, engineers, and computer scientists, as well as practitioners of other physical and biomedical sciences. Without physics, we wouldn't have many of the things we take for granted today, including transportation, construction, and telecommunications, as well as some of the most important advances in healthcare, such as MRI scanners. Physics has helped us to better understand all the natural processes around us, and we use this knowledge to create things that benefit society. The relationship of scientific and technological progress with changes in social organization is the main issue of this article.

Физика не оставалась и не остается чуждой жизни. Оказывая непосредственное влияние своими техническими применениями, она не менее сильно влияла на жизнь как отдельных людей, так и народов своими идеями, в силу чего политическая история также не может быть понята без этих влияний. Не будет преувеличением утверждение, что мыслительная работа физиков за три или три с половиной столетия глубоко проникла в духовное формирование современных людей.

Если церковь в общем уже давно стала воздерживаться от вмешательства в дела физики, то все же на деятельность физиков всегда влияли их религиозные взгляды, правда, часто не идентичные с официальным учением церкви, а, скорее, философски обоснованные. Это выражено у Кеплера, Декарта, Лейбница, Ньютона, это играет роль в принципе наименьшего действия в XVIII ст. С тех пор как философия Канта объявила полную независимость научного познания от религиозной веры, больше об этом в сочинениях по физике, пожалуй, ничего не найдется. Отсюда никоим образом не следует, что склонность к исследованию у позже живших естествоиспытателей не была связана с их религиозностью. Положение о том, что научное переживание истины есть в каком-то смысле «видение бога», высказывалось искренно даже лучшими из них. Стремление к познанию независимо от его применимости, его пользы, является основной чертой человека в течение тысячелетий, признаком его высшего происхождения [1, 2].

О связи между развитием общества и развитием физики свидетельствует пример с идеями Ньютона. В XVIII в. они широко распространились во Франции в широких слоях общества, а не только среди специалистов. Распространению способствовал особенно Вольтер. Это пример развития физики на общее духовное развитие и поэтому также на политику.

Взаимосвязь развития физики с техникой и развитием других наук. Физика всегда имела тесный контакт с соседними науками: астрономией, химией, минералогией. Границы между этими науками определяются только внешними различиями, прежде всего различием аппарата, и поэтому они часто перемещаются. В XVII ст., а также позднее, физик, химик и астроном нередко объединялись в одном лице. Роберт Бойль (1627–1691) и Эдм Мариотт (1620–1684) были прежде всего химиками. То же относится к Генри Кавендишу (1731–1810), Антуану Лорану Лавуазье (1743–1794) и Гемфри Дэви (1778–1829). В создании понятия атома физика и химия участвовали в равной мере. В конце XIX ст., благодаря исследованиям Сванте Аррениуса (1859–1927), Якоба Вант-Гоффа (1852–1911), Вильгельма Оствальда (1853–1932) и Вальтера Нернста (1864–1941), возникла как отдельная наука физическая химия. В XX в. возникла новая научная отрасль химическая физика, в этот же период оформилась биофизика. В XX ст. физики после долгого перерыва начали опять интересоваться теорией кристаллов, которая до тех пор была в ведении минерологов.

Еще теснее связь между физикой и математикой. Математика в полном смысле стала интеллектуальным орудием физика. Ведь только она дает возможность точного научного выражения познанных законов природы и их применения к сложным процессам.

Считается, что закладка к 1700 г. физического фундамента, на котором в последующие полтора столетия было воздвигнуто величественное здание механики, связано с тем, что она развивалась преимущественно математиками. Логарифмы, например, которые вскоре после 1600 г. были открыты Иобстом Бюрги (1552–1632) и независимо от него бароном Джоном Непером (1550–1617) и Генри Бриггсом (1556–1630), были впервые применены в астрономических вычислениях Кеплера. Последующие успехи физики, а именно в механике, были теснейшим образом связаны с одновременными успехами в математике. И наоборот, часто постановка физических вопросов обуславливала прогресс математики.

Своеобразно отношение физики к философии. В начале Нового времени в физике трудились люди, которые известны, прежде всего, как философы: Декарт, который, конечно, принципиально отклонял галилееву методiku исследования, или Лейбниц. Кант также выступил как естествоиспытатель; наиболее известными и значительными его достижениями в физике являются космологические идеи о возникно-

вении планетной системы. Позднее происходило, скорее, наоборот: физики и химики выступали с философскими сочинениями, например Гельмгольц, Мах, Пуанкаре, большей частью по вопросам теории познания, которая из всех философских дисциплин наиболее близка физике. Вне всякого сомнения, успехи естествознания оказывали сильное воздействие на всех выдающихся философов. Наиболее известный пример – влияние Ньютона на Канта. В XIX ст. возникла вполне обоснованная оппозиция естествоиспытателей против «философии тождества» Гегеля, отказывающей в праве на существование любой опытной науке, – оппозиция, которая, к сожалению, часто распространялась на всю философию и даже на любую теорию в естествознании. Например, Роберт Майер испытал это на себе из-за умозрительного уклона в своих сочинениях, и даже против знаменитого произведения Гельмгольца «О сохранении силы» поднимались вначале подобные упреки.

На протяжении всей истории физики видна ее связь с техникой. Разработка Гюйгенсом теории маятника имела значение для развития механики и происходила под влиянием задачи конструирования часов. Практическая задача усовершенствования паровых машин (Джемс Уатт, 1770) привела к формулировке теоремы Карно, явившейся отправным пунктом развития термодинамики. Ядерная физика по настоящему стала развиваться после того, как стала определенной практической задачей овладения внутриядерной энергией. Эта связь со временем расширялась и углублялась, изменялся характер связи. Примерно до середины XIX в. потребности техники стимулировали развитие физики. Особенно ярко это видно на примере термодинамики: вначале изобретена паровая машина, а потом, начиная с Карно, развивается термодинамика. Но с середины XIX в. все чаще связь изменяет характер – появление отраслей техники становится итогом открытий в физической науке. Например, открытия в области электродинамики в первой половине XIX в. привели к мысли о создании телеграфа, и появляется новая отрасль техники – техника слабых токов, а затем и электроэнергетика. Открытия в области физики атома и ядра вызывали к жизни атомную и ядерную энергетику.

Одновременно с укреплением связи между физикой и техникой физика все более приобретает самостоятельность, т. е. развивается из внутренних потребностей предмета исследования. Имеется в виду, что появляется все больше «чистой» или фундаментальной науки, пока или в обозримом будущем вообще не связанной с практикой. Напри-

мер, формирование физических космологических представлений – теория большого взрыва, теория пространства и времени (Хокинг). Кроме того, техника во всевозрастающей мере расширяет экспериментальные возможности физики. Создание современного физического института было бы совершенно невозможно без широкой помощи техники.

Методология науки вообще, физике в частности, рассматривает общую структуру, подходы, принципы и общенаучные методы таким образом, что воедино сливается вся наука, т. е. как бы исчезает отдельное открытие, отдельный человек и даже целый коллектив. Тогда как понятно, что в любой отрасли науки существуют два уровня. На одном совершается будничная исследовательская работа, на втором происходит обобщение отдельных фактов, небольших достижений – возникают теории, законы.

В заключении хочется отметить: подобно тому как история народов и государств отмечает только более значительные события и выдающихся людей, история науки рассматривает лишь вершины исследования и рассказывает о тех, кто участвовал в их создании. В тени остаются тысячи людей, пришедших в физику с начала XVII в. и из чисто идеальных побуждений посвятивших себя ей иногда до самопожертвования. Но их деятельность не была лишней или напрасной. Только совместная работа многих ученых обеспечила необходимую полноту наблюдений и вычислений и непрерывность прогресса; только разнообразие интересов и дарований помешало тому, чтобы исследование протекало в немногих определенных направлениях; их деятельность была и остается необходимой предпосылкой для появления выдающихся или даже гениальных открытий. Физика, по крайней мере, с конца XVII ст. является плодом коллективной работы. Это – также исторический факт.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буш, К. Неслучайная случайность. Как управлять удачей и что такое серендипность / К. Буш. – М.: ООО «Альпина Паблишер», 2022.
2. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики / Я. Г. Дорфман. – М.: Изд-во ЛКИ, 2011.
3. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.

УДК 53:544.6.076.32

**Алещенко Е. В.**, студент 3-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Харькова В. А.**, студентка 2-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Соснович О. Д.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

**«ЧЕТВЕРТОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИИ» УИЛЬЯМА КРУКСА**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, материя, энергия, атмосфера, свечение, флюоресценция, трубки, электроды, вакуум, высокое напряжение.

**Аннотация.** Статья посвящена Уильяму Круксу и его «четвертому состоянию материи». Это «четвертое состояние» не просто абстрактная концепция, а осязаемый феномен, проявляющийся в виде видимого излучения и взаимодействующий с материальными объектами, из чего следует, что наше понимание материи далеко не исчерпано и что мир полон явлений, выходящих за рамки привычных представлений.

**Keywords:** physics, matter, energy, atmosphere, glow, fluorescence, tubes, electrodes, vacuum, high voltage.

**Summary.** The article is dedicated to William Crookes and his «fourth state of matter». This «fourth state» is not just an abstract concept, but a tangible phenomenon that manifests itself in the form of visible radiation and interacts with material objects, which means that our understanding of matter is far from exhausted, and that the world is full of phenomena that go beyond the usual concepts.

Сто пятьдесят лет назад научное понимание материи было значительно проще, чем сегодня. Преобладающая парадигма, разделяемая большинством химиков и значительной частью физиков, представляла материю как совокупность атомов и молекул, объединенных в структуры различной степени упорядоченности – от кристаллических решеток до хаотичных скоплений.

Практически не вызывало сомнений существование трех фундаментальных фазовых состояний вещества: твердого, жидкого и газообразного. Переходы между этими состояниями, диктуемые изменением

температуры и давления, были очевидны и подтверждались как повседневным опытом (замерзание воды, кипение воды, плавление металлов), так и результатами научных наблюдений [1, 2, 3].

Веками люди наблюдали, как вода превращается в лед при охлаждении и в пар при нагревании. Аналогичные переходы наблюдались и для других веществ, таких как свинец или железо, хотя для их плавления и испарения требовались более высокие температуры.

Анализ обзора литературы показал, что с конца XVIII в. ученые успешно сжижали газы и существовала уверенность, что любой сжиженный газ при достаточном охлаждении может быть переведен в твердое состояние. Эта, казалось бы, простая и исчерпывающая модель мира, описывающая всего три состояния вещества, казалась настолько убедительной, что не требовала, по мнению большинства ученых того времени, каких-либо существенных дополнений или изменений.

Однако эта картина мира, столь очевидная и интуитивно понятная для ученых XIX в., оказалась лишь крошечной частью гораздо более сложной и многогранной реальности. Сегодня мы понимаем, что «классические» состояния вещества – твердое, жидкое и газообразное – существуют лишь в относительно узком диапазоне температур, не превышающем примерно 10 000 градусов Цельсия.

Даже в этом ограниченном температурном диапазоне существуют исключения, например, жидкие кристаллы, демонстрирующие уникальные свойства. Более того, доля вещества, находящегося в этих трех состояниях, ничтожно мала по сравнению с общей массой Вселенной – менее 0,01 %.

Современная физика открыла множество экзотических форм материи, существование которых было совершенно непредставимо для ученых XIX в.

В 1863 г. мир физики был потрясен необычным экспериментом французского ученого Массона. Он осуществил прорыв в понимании природы материи, хотя сам того, вероятно, еще не осознавал. Массон, используя высоковольтную электрическую искру, воздействовал на стеклянный сосуд, из которого был предварительно откачан практически весь воздух. Результат превзошел все ожидания: сосуд озарился ярким, невиданным ранее пурпурным свечением, словно внутри него зародилась жизнь какой-то потусторонней природы. Это загадочное явление, напоминающее фантастический космический феномен, породило множество вопросов и запустило цепь научных исследований, в

которых продолжили свои опыты Гитторф и особенно выдающийся английский ученый Уильям Крукс (1832–1919), известный своими работами по изучению таллия и физических явлений в разреженных газах.

Уильям Крукс, вооруженный усовершенствованным вакуумным насосом – тем самым, который впоследствии сыграл решающую роль в изобретении Эдисоном лампочки накаливания, – смог глубже погрузиться в изучение этого необычного свечения. Он систематически уменьшал давление внутри сосуда, тщательно документируя все изменения в характере свечения.

Наблюдения Крукса были поразительны: по мере снижения давления от одной сотой до одной тысячной атмосферы яркость начального пурпурного свечения сначала усиливалась, достигая почти ослепительной интенсивности, затем оно начало распадаться на отдельные, хаотично движущиеся сгустки света, подобно сверкающему звездному рою в миниатюре, и, наконец, постепенно ослабевало, исчезая полностью. Но исчезновение свечения внутри сосуда не означало прекращение феномена.

При достаточно высоком вакууме, когда внутри уже ничего не светилось, сам стеклянный сосуд начинал испускать призрачный зеленоватый свет – флюоресценцию, словно загадочная энергия просачивалась сквозь его стенки, окрашивая стекло в мистический оттенок.

Крукс использовал в своих опытах специально разработанные трубки, по форме напоминающие груши, с металлическими пластинами – электродами – на обоих концах. Он обнаружил, что явление свечения напрямую связано с прохождением чего-то сквозь вакуум между этими электродами, когда пластинки подключались к источнику высокого напряжения. Эти «нечто», пронизывающие вакуум, были названы катодными лучами, а сама стеклянная конструкция – катодной лучевой трубкой.

Эксперименты Крукса выявили невероятные свойства этих катодных лучей: они обладали, казалось бы, массой и, что еще удивительнее, скоростью. Они не просто светились, они взаимодействовали с окружающей средой, оказывая давление и вызывая люминисценцию стекла. Однако природа этих лучей оставалась для него загадкой.

Не имея возможности дать им точное научное объяснение, Крукс высказал гипотезу, назвав их «четвертым состоянием материи», отдельным от твердого, жидкого и газообразного.

Это смелое предположение открывало двери к новой, неизвестной прежде области физики, подчеркивая, что наше понимание материи далеко не исчерпано и что мир полон явлений, выходящих за рамки привычных представлений [1, 2, 3].

Это «четвертое состояние» не просто абстрактная концепция, а осязаемый феномен, проявляющийся в виде видимого излучения и взаимодействующий с материальными объектами, например, со стеклом трубки Крукса.

Дальнейшие исследования ученых последующих поколений, основанные на открытиях Крукса, приведут к пониманию сущности катодных лучей как потоков электронов, к развитию электронной теории и созданию множества технологий, которые теперь являются неотъемлемой частью нашей жизни. Но первоначальное восхищение и удивление, испытанные Круксом при встрече с этим «таинственным свечением», является наглядным примером того, как научное открытие может перевернуть наши представления о мире, показывая, насколько велика глубина еще не познанного.

Даже сегодня, столетия спустя, эксперимент Массона и исследования Крукса остаются источником вдохновения для новых научных открытий. Они напоминают нам о бесконечности Вселенной и о безграничных возможностях научного познания.

В заключении хочется отметить, что современная физика открыла нам невероятное многообразие форм материи, существующих в нашей Вселенной, и этот процесс открытий продолжается. Изучение экзотических состояний вещества дает нам глубокое понимание фундаментальных законов природы и расширяет наши знания о строении Вселенной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
2. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.
3. Федоров, В. В. История и развитие физических представлений о строении окружающего мира / В. В. Федоров. – Гатчина: Изд-во НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, 2021. – 296 с.

УДК 53:619

**Вайтехович В. В., Горбач В. П.**, студенты 3-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Морозов Н. Н.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

**Авсиевич М. В., Чирич М. В.**, студенты 2-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

### **ГАЛИЛЕЙ: ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Капитонова Е. А., д-р биол. наук, профессор*

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины – МВА имени К. И. Скрябина»,  
Москва, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, Галилео Галилей, механика, скорость падения, вес тела, наклонная плоскость, равноускоренное движение.

**Аннотация.** Галилео Галилей пришел к открытию закона инерции и сформулировал механический принцип относительности движения, обобщенный позднее А. Эйнштейном. Галилей дал впервые строгое определение равноускоренного движения, нашел законы изменения скорости и пути в этом движении. Он показал, что такое движение свойственно свободно падающему телу. Галилей доказал, что тело, брошенное под углом к горизонту, будет лететь по параболе. Он дал метод расчета траектории для любых углов вылета и различных начальных скоростей, показав, что наибольшая дальность полета достигается при вылете тела под углом 45 градусов к горизонту.

**Keywords:** physics, Galileo Galilei, mechanics, falling speed, body weight, inclined plane, equidistant motion.

**Summary.** Galileo Galilei came to the discovery of the law of inertia and formulated the mechanical principle of relativity of motion, generalized later by A. Einstein. Galileo gave for the first time a strict definition of equidistant motion, and found the laws of velocity and path variation in this motion. He showed that such a movement is characteristic of a freely falling body. Galileo proved that a body thrown at an angle to the horizon will fly in a parabola. He gave a method for calculating the trajectory for any departure angles and different initial speeds, showing that the greatest flight range is achieved when the body departs at an angle of 45 degrees to the horizon.

Галилео Галилей – знаменитый итальянский физик, астроном, механик, философ и математик, чей вклад в науку сложно переоценить. Он был одним из первых, кто использовал телескоп для изучения космоса и совершил несколько важнейших астрономических открытий.

Галилео Галилея вполне заслуженно можно считать одним из основоположников современной науки. Важность его трудов сложно преувеличить. Благодаря его экспериментальному методу, исследования обрели систематический вид и стали неотъемлемой частью науки.

Галилео Галилей считал, что задача ученого – это изучение великой книги природы, которая и есть настоящий предмет философии.

Р. Н. Щербаков подчеркивает очень точно значимость трудов ученого: «Для становления физической науки научные открытия Галилея явились тем важнейшим ее началом, теми ее корнями, на которых расцвела классическая механика и физика».

Академик С. И. Вавилов писал: «Галилей обладал в поразительной степени даром того, что ... теперь называют «внедрением» научной истины». Ученый имел стремление к всеобщему пониманию и умел передавать знания [1, 2].

В начале XVII ст. физические знания пребывали еще в довольно беспорядочном виде, и прогресс со времен Аристотеля и Архимеда был не особо велик. Начало установления законов классической механики связано с именем Галилео Галилея (1564–1642), который считается одним из основателей экспериментального естествознания.

Согласно легенде, будучи профессором математики в Пизанском университете, Галилей проводил публичные эксперименты, бросая тела с падающей Пизанской башни. В этих опытах он опровергал учение Аристотеля о прямой зависимости скорости падения от веса тела. Галилей использовал два тела, схожих по форме и размерам, например, чугунный и деревянный шары. Устанавливая соотношение между скоростью и временем падения шаров, между пройденным расстоянием и временем падения, он доказал, что тела падают с одинаковым ускорением (разумеется, без учета сопротивления воздуха). Позднее в университете в Падуе Галилей изучал падение тел, их движение по наклонной плоскости и под углом к горизонту, занимался вопросами гидростатики, теории простейших машин и сопротивлением материалов [1, 2].

Галилей первым установил, что период колебаний математического маятника определяется лишь длиной подвеса (если массой нити можно пренебречь в сравнении с массой тела) и не зависит от размаха коле-

баний (при условии, что он невелик). Поскольку движение маятника можно представить как последовательность подъемов и падений тела по дуге окружности, то, если скорость падения тела не зависит от его тяжести, маятники одинаковой длины должны иметь равные периоды вне зависимости от веса грузов. Взяв два маятника с одинаковой длиной нити, похожих по форме и размерам, но различающихся по весу, Галилей установил идентичность их периодов колебаний, опровергнув тем самым утверждение Аристотеля о большей скорости падения тяжелых тел.

Величие Галилея заключается в том, что он ввел в изучение природы научный экспериментальный подход, придав ему современный облик (инструменты, моделирование, многократное повторение экспериментов). Научная революция в физике, произошедшая в XVII в. и ставшая началом формирования физики как науки, стартует с Галилея.

Галилей полагал, что математика – краеугольный камень теоретической модели, необходимой для понимания итогов опыта. Он утверждал: «Книга природы изложена на языке математики», «Кто желает разобраться в вопросах естественных наук, обходясь без математики, берется за невыполнимую задачу. Нужно измерять измеримое и делать измеримым неизмеримое».

*Вклад Галилео Галилея в развитие науки заключается в следующих достижениях:*

**В физике** ученый считается основателем экспериментальной и теоретической физики.

1. При нем физическая наука перешла от словесного к математическому описанию природных явлений.

2. В труде «Диалог о двух системах мира» (1630) Галилей заложил основы новой механики.

3. В трактате «Механика» началась новая теория падения тел: было доказано, что ускорение тела при падении не зависит от его веса, а скорость нарастает пропорционально времени падения.

4. Исследуя колебания маятника, Галилей заявил, что период колебания не зависит от амплитуды.

**В астрономии** ученый сконструировал первый телескоп в 1609 г., что стало огромным шагом в развитии астрономии.

1. С его помощью он открыл горы на Луне, пятна на Солнце, отдельные звезды Млечного пути.

2. Одним из выдающихся достижений стало открытие четырех крупнейших спутников Юпитера – Ио, Европы, Ганимеда и Каллисто – в 1610 г.

**В математике** ученый сформулировал «парадокс Галилея»: он утверждал, что натуральных чисел столько же, сколько их квадратов, но при этом большая часть чисел – не квадраты.

1. Позже эти исследования завершили процесс создания теории множеств.

2. Галилею принадлежат математические исследования, относящиеся к теории вероятности: он провел полный анализ на примере исхода при бросании костей.

**В области экспериментального метода** Галилей вошел в историю как создатель современного метода экспериментирования.

1. Его идея состояла в том, что для изучения конкретного явления нужно создать идеальный мир, в котором это явление было бы предельно освобождено от посторонних влияний.

2. Этот идеальный мир и является в дальнейшем объектом математического описания, а выводы сверяются с результатами эксперимента, в котором условия максимально приближены к идеальным.

Мировоззрение Галилея – механический материализм. Галилей исходил из признания того, что мир существует объективно, вне и независимо от человека и человеческого сознания. Он высмеивал тех, кто хоть сколько-нибудь сомневался в независимом от человеческого познания существовании вещей. Г. Галилей утверждал, что тела вовсе не начинают существовать только с того момента, когда они попадают в поле зрения человека, который стал их воспринимать. Мир бесконечен, материя вечна. Природа всюду едина. Небесные светила такие же тела, как и Земля. Они подчиняются всюду одинаковым естественным законам механики. При всех процессах, которые совершаются в природе, ничто не уничтожается и не порождается – происходит лишь изменение взаимного расположения частей. Материя состоит из абсолютно неизменных атомов, все ее свойства сводятся к количественно измеримым элементам.

Движение материи – единое, универсальное механическое перемещение. «Никогда, – провозглашал Г. Галилей, – я не стану от внешних тел требовать что-либо иное, чем величина, фигура, количество и более или менее быстрые движения».

Все в природе подчинено строгой механической причинности. В отыскании причин явлений, в раскрытии их внутренней необходимости, а не в бесцельном собирании и описании фактов состоит подлинная цель науки.

Галилей подчеркивал, что понимание причин, откуда все происходит, значит бесконечно больше, чем простое знание факта, приобре-

тенное со слов другого, и даже больше, чем много раз повторенные опыты. Познание внутренней необходимости явлений есть, согласно Галилею, высшая ступень знания.

*Значение Галилео Галилея в истории развития естествознания не может быть понято вне связи с его эпохой. Г. Галилей бы ярким выразителем идей своего времени, в нем воплотились лучшие передовые стремления эпохи Возрождения, он был неутомимым борцом против схоластического мировоззрения средневековья, за материалистическое изучение законов природы, основанное на эксперименте и математическом анализе, против схоластических и догматических понятий об абсолютной тяжести и абсолютной легкости, о естественных и насильственных движениях и т. п.*

Галилео Галилей противопоставил научное экспериментальное и математическое изучение законов природы, ясную формулировку основных понятий. Мир был для Г. Галилея открытой книгой, «написанной на математическом языке в виде треугольников, кругов и других геометрических фигур».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики / Я. Г. Дофман. – М.: Изд-во ЛКИ, 2011.

2. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.

УДК 629.78(09)

**Галимович А. А., Гончаров В. А.,** студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

#### **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОГРАФИИ О. В. НОВИЦКОГО**

*Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** космос, развитие космонавтики, космонавт, полет, биография.

**Аннотация.** В статье изложены исторические аспекты биографии Олега Новицкого: детство и юность, награды и почетные звания.

**Keywords:** space, development of cosmonautics, cosmonaut, flight, biography.

**Summary.** The article presents historical aspects of Oleg Novitsky's biography: childhood and youth, awards and honorary titles.

**Биография.** Олег Новицкий с детства мечтал бороздить просторы Вселенной, поэтому стал 114-м гражданином России, побывавшим на МКС. На пути к цели полковник запаса получил квалификации летчика-инженера, инструктора парашютно-десантной подготовки, офицера-водолаза и космонавта-испытателя. Сейчас он является действительным членом отряда НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина и командиром пассажирских и транспортных космических кораблей.



**Детство и юность.** Олег Викторович Новицкий родился осенью 1971 г. в городе Червене Минской области. Мальчик с сестрой и двумя братьями рос и воспитывался в обыкновенной советской семье, жившей на территории Белорусской ССР. Родители, бывшие людьми образованными и интеллигентными, давали детям все, что нужно. В детстве будущий герой России был окружен заботой матери и отца. С юных лет ребенок интересовался всем, что относилось к авиации и космонавтике. Он мечтал походить на Юрия Гагарина, совершившего первый в истории человечества космический полет. Поступив в общеобразовательную среднюю школу, Олег стал читать тематическую литературу и смотреть документальные хроники, а в старших классах сосредоточился на занятиях по физподготовке. На этапе становления главной целью было поступление в военное училище или институт.

**Летчик Олег Новицкий в молодости.** В интервью космонавт с теплотой отзывался об учителях и одноклассниках. Став членом отряда НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина, он неоднократно посещал родное

учебное заведение. На встречи с героическим земляком с удовольствием приходили юные и взрослые жители Червеня. Новицкий каждый раз с интересом общался с равнодушными людьми. Он рассказывал слушателям, что желание полететь в космос подтолкнуло к получению специального образования в Высшем военном авиационном училище имени В. П. Чкалова, расположенном в Воронежской области. Потом в связи с многочисленными реформированиями факультетов и отделений уроженец Беларуси учился в Волгограде и Ейске.

**Образование.** После окончания в родном городе средней школы № 2 имени А. К. Флегонтова поступил в 1988 г. в Борисоглебское высшее военное авиационное училище летчиков имени В. П. Чкалова (Борисоглебск, Воронежская область). С 1990 по 1993 г. в связи с реформированием училища продолжил обучение в Ейском высшем военном авиационном училище летчиков (Ейск, Краснодарский край). В связи с реформированием Ейского авиационного института был переведен в Качинское высшее военное авиационное ордена Ленина Краснознаменное училище летчиков имени А. Ф. Мясникова (Волгоград), которое окончил в 1994 г. с присвоением квалификации «лётчик-инженер». В 2004–2006 гг. учился в Военно-воздушной академии им. Ю. А. Гагарина (командный факультет) по специальности «Управление воинскими частями и соединениями военно-воздушных сил», которую окончил с присвоением квалификации «Специалист в области управления». В 2015 г. с отличием окончил магистратуру Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации по направлению «Государственное и муниципальное управление» с присвоением квалификации «магистр».

**Служба в ВВС.** С октября 1994 по сентябрь 1995 г. О. В. Новицкий прошел переучивание в Борисоглебском учебном авиационном центре подготовки летного состава им. В. П. Чкалова (ЦПЛС им. В. П. Чкалова). С сентября по декабрь 1995 г. проходил службу на должности летчика инструкторского истребительного авиационного полка ЦПЛС им. В. П. Чкалова в Борисоглебске. С мая 1996 по июнь 2004 г. служил на должностях летчика, старшего летчика, командира звена, заместителя командира авиационной эскадрильи штурмового авиаполка (ШАП) 1-й гвардейской смешанной авиационной дивизии (САД) 4-й воздушной армии (Северо-Кавказский военный округ). После окончания академии с июня 2006 по февраль 2007 г. служил командиром эскадрильи ШАП 1-й гвардейской САД 4-й армии ВВС и ПВО. Освоил самолеты

Л-39 и Су-25, общий налет – 680 часов. Принимал участие в наведении конституционного порядка в Чеченской Республике, имеет звание «Ветеран боевых действий». Военный летчик 2-го класса. Имеет квалификации «Инструктор парашютно-десантной подготовки», «Офицер-водолаз». В 2010 г. присвоено звание полковника, летом 2012 г. уволен с военной службы в запас.



**Служба в отряде космонавтов.** Экипаж «Союза МС-03»: командир О. Новицкий, бортинженеры Т. Песке, П. Уитсон. В мае 2012 г. О. В. Новицкий был командиром дублирующего экипажа космического корабля «Союз ТМА-04М». Кроме него, в экипаж входили Евгений Тарелкин и Кевин Форд (США).

**Первый полет.** В сентябре этот же состав был утвержден в качестве участников основной экспедиции МКС-33 и стал основным экипажем корабля «Союз ТМА-06М», который 23 октября 2012 г. стартовал на Международную космическую станцию. 7 июля 2016 г. во время старта корабля «Союз МС-01» О. В. Новицкий был командиром дублирующего экипажа.

**Второй полет.** 26 октября 2016 г. на заседании Межведомственной комиссии в Центре подготовки космонавтов он был включен в качестве командира в основной экипаж корабля «Союз МС-03» вместе с Тома Песке (Франция) и Пегги Уитсон (США).

**Третий полет.** 9 апреля 2021 г. Новицкий стартовал с космодрома Байконур в качестве командира экипажа космического корабля «Союз МС-18» и бортинженера экипажа Международной космической станции по программе МКС-64/65 основных космических экспедиций.

Вместе с космонавтом Петром Дубровым совершил три плановых выхода в открытый космос, в ходе которых успешно выполнил все работы по монтажу оборудования на внешней поверхности российского сегмента МКС. Общая продолжительность деятельности составила 22 часа 38 минут. 17 октября 2021 г., в 07:35:44 по московскому времени, спускаемый аппарат транспортного пилотируемого корабля «Ю. А. Гагарин» (Союз МС-18) совершил посадку в расчетной точке на территории Казахстана.

**Четвертый полет.** 29 мая 2023 г. О. В. Новицкий был назначен командиром основного экипажа 21-й экспедиции посещения на корабле «Союз МС-25». 21 марта 2024 г. в 16:21 мск по техническим причинам (из-за просадки напряжения химического источника тока), на завершающем этапе предпусковой подготовки, за несколько секунд до старта ракеты-носителя «Союз-2.1а» с ТПК «Союз МС-25», произошла нештатная ситуация и автоматическая отмена пуска. Пуск был перенесен на резервную дату – 23 марта. Экипаж был эвакуирован из корабля, после снятия скафандров проведен медосмотр членов экипажа, затем космонавты вернулись на карантин, а дальнейшая подготовка к старту была продолжена. Стартовый комплекс был возвращен в исходное положение.



Экипаж ТПК «Союз МС-25» перед стартом 23 марта 2024 г.

23 марта 2024 г. в 15:36:10 мск пилотируемый корабль «Союз МС-25» был запущен с 31-й площадки космодрома Байконур с экипажем в составе: космонавт Роскосмоса Олег Новицкий и участница космического полета из Республики Беларусь Марина Василевская, а также участница 71-й длительной экспедиции на станции астронавт НАСА Трейси Дайсон. Выведение корабля на заданную орбиту, его отделение от третьей ступени ракеты, раскрытие антенн и панелей солнечных батарей корабля прошли в штатном режиме. Стыковка «Союза МС-25» к узловому модулю «Причал» российского сегмента МКС проведена в автоматическом режиме 25 марта 2024 г. После 13 суток полета на МКС Олег Новицкий и Марина Василевская возвратились на Землю 6 апреля 2024 г. на корабле «Союз МС-24» с астронавтом НАСА Лорел О'Хара. В 10:17 по московскому времени спускаемый аппарат корабля «Союз МС-24» приземлился в районе казахстанского города Жезказган. Астронавт Трейси Дайсон продолжила полет на МКС в составе космической экспедиции МКС-70/МКС-71 до 23 сентября 2024 г. и приземлится на корабле «Союз МС-25» вместе с российскими космонавтами Олегом Кононенко и Николаем Чубом после их годового пребывания на станции.

*Награды и почетные звания:*

- звание «Герой Российской Федерации» (28 мая 2014 г.) – *за мужество и героизм, проявленные при осуществлении длительного космического полета на Международной космической станции;*
- звание «Летчик-космонавт Российской Федерации» (28 мая 2014 г.);
- орден «За заслуги перед Отечеством» III степени (12 декабря 2022 г.) – *за мужество и высокий профессионализм, проявленные при осуществлении длительного космического полета на Международной космической станции;*
- орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени (13 ноября 2018 г.) – *за большой вклад в развитие пилотируемой космонавтики, укрепление международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства;*
- орден Гагарина (12 апреля 2024 г.) – *за большой вклад в развитие пилотируемой космонавтики и мужество, проявленное при осуществлении длительного космического полёта на Международной космической станции;*
- медаль «За воинскую доблесть» II степени;

- медали «За отличие в военной службе» I, II, III степени;
- медаль «200 лет Министерству обороны»;
- медаль «100 лет военно-воздушным силам»;
- медаль «Совместное стратегическое учение – Запад 2013»;
- Знак преподобного Сергия Радонежского (Московская область, 15 января 2021 г.) – *за особо плодотворную государственную, благотворительную и общественную деятельность на благо Московской области*;
- медаль «50 лет со дня первого полета человека в космос» (Байконур);
- звание «Почетный гражданин города Будённовска» (2018);
- Кавалер ордена Почетного легиона (Франция, 2019);
- медали НАСА «За выдающуюся общественную службу» и «За космический полет»;
- орден Дружбы народов (15 декабря 2021 г., Беларусь) – *за значительные достижения в освоении космоса и большой личный вклад в укрепление международных связей*;
- серебряная медаль «За заслуги» (Белорусский союз ветеранов войны в Афганистане);
- Благодарность Президента Республики Беларусь (9 апреля 2024 г.) – *за значительные достижения в сфере космической деятельности, большой вклад в научные исследования, укрепление международного сотрудничества*;
- Почетная грамота Национального собрания Республики Беларусь (30 мая 2013 г.) – *за заслуги в освоении космоса и вклад в укрепление межгосударственных связей*;
- орден Гагарина (Федерация космонавтики России);
- медали Союза десантников России «За службу на Северном Кавказе» и «За верность долгу и Отечеству»;
- лауреат премии имени академика А. М. Люльки в области авиационной техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия космонавтика. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 398 с. – URL: <https://yadi.sk/d/WWdeK-UyBLMm6> (дата обращения: 01.04.2025).
2. Новицкий О. В. К 90-летию со дня рождения. – URL: <http://www.novickiy-sr.ru/sp1.htm>. (дата обращения: 01.04.2025).

3. Новицкий О. В. РГАНТД. Ф. 211 оп. 4 д. 150. – URL: [http://old.rgand.ru/vzal/novickiy/pics/006\\_008.pdf](http://old.rgand.ru/vzal/novickiy/pics/006_008.pdf). (дата обращения: 01.04.2025).

4. Космонавт Новицкий Олег Викторович. – URL: <https://spacegid.com/kosmonavt-novickiy-oleg-viktorovich.html>. (дата обращения: 01.04.2025).

5. Космос Планет. Сайт всё о космосе. – URL: <https://cosmosplanet.ru> (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 537. 612

**Горбач В. П., Пучков В. В.**, студенты 3-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Чирич М. В.**, студент 2-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Козел Н. И.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

### **ОПЫТЫ ЭРСТЕДА КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, Эрстед, проводник, магнитное поле, электрический ток, магнитная стрелка, соединительная проволока.

**Аннотация.** Научный опыт Эрстеда демонстрирует, как при включении тока в проводнике, расположенном первоначально параллельно оси магнитной стрелки, эта стрелка отклоняется, а при отключении – возвращается в исходное положение, т. е. происходит взаимодействие магнитного поля стрелки с магнитным полем проводника с током. Эрстед провел опыт, доказывающий, что электрический ток порождает магнитное поле, а Фарадей своими опытами доказал, что всякое изменение во времени магнитного поля порождает переменный индукционный ток в замкнутом проводнике, но электрический ток возникает только при наличии электрического поля.

**Keywords:** physics, Oersted, conductor, magnetic field, electric current, magnetic needle, connecting wire.

**Summary.** Oersted's scientific experience demonstrates how when a current is turned on in a conductor initially parallel to the axis of a magnetic arrow, this arrow is deflected, and when turned off, it returns to its original position, i.e. the magnetic field of the arrow interacts with the magnetic field of the conductor with the current. Oersted conducted an experiment proving that an electric current generates a magnetic field, and Faraday proved by his experiments that any change in time of a magnetic field gen-

erates an alternating induction current in a closed conductor, but an electric current occurs only in the presence of an electric field.

Физика – наука, которая занимается изучением окружающего нас мира, то есть выявляет закономерности, по которым происходят различные события в природе, и устанавливает между ними связь [1, 5, 6, 8, 10, 11]. В результате появляется возможность предсказывать определенные явления природы, моделировать их, а также вызывать аналогичные явления искусственно, следовательно, и управлять ими [2, 3, 4, 7, 9, 12].

21 июля 1820 г. мир науки потрясло событие, навсегда изменившее наше понимание фундаментальных сил природы. В Копенгагене, на страницах научного журнала, на латыни появилась статья датского физика Ганса Христиана Эрстеда, озаглавленная «Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam» (Эксперименты относительно влияния электрического конфликта на магнитную стрелку). Эта публикация содержала описание серии экспериментов, которые неопровержимо доказали существование связи между электричеством и магнетизмом, – связи, которую ранее категорически отрицал Уильям Гильберт, выдающийся ученый XVI в., заложивший основы изучения магнетизма.

Анализ обзора литературы показал, что до Эрстеда электричество и магнетизм рассматривались как две совершенно независимые силы, не имеющие между собой никакой связи. Эксперименты Эрстеда были относительно просты, но гениальны в своей простоте. Он использовал обычную магнитную стрелку, свободно вращающуюся на оси, и прямой металлический проводник, расположенный параллельно стрелке. К проводнику подключалась электрическая батарея. Ключевой момент заключался в том, что при пропускании электрического тока через проводник магнитная стрелка резко отклонялась почти перпендикулярно направлению тока. Более того, изменение направления тока в проводнике приводило к развороту стрелки на  $180^\circ$ .

Аналогичный эффект наблюдался, если проводник располагался не над стрелкой, а под ней. Стрелка реагировала на электрический ток, демонстрируя взаимосвязь двух, на первый взгляд, несвязанных явлений.

Долгое время бытовало мнение, что это открытие было случайной находкой. Рассказывают, что Эрстед, демонстрируя студентам опыт, связанный с тепловым действием электрического тока, случайно заме-

тил отклонение магнитной стрелки, находившейся на столе, в момент замыкания электрической цепи. Один из студентов обратил внимание профессора на это необычное явление.

Впоследствии Эрстед повторил опыт, используя более мощные батареи, что позволило усилить эффект и убедиться в его воспроизводимости.

Однако сам Эрстед в своих более поздних работах решительно отрицал случайность открытия, утверждая, что предвидел результат эксперимента и заранее объявил о нем студентам, свидетельствовавшим об этом.

Однако случайность или предвидение – важность открытия не умаляется. Эрстед не остановился на достигнутом. Он проводил дальнейшие исследования, используя проводники из различных металлов: платины, золота, серебра, латуни, свинца и железа.

Результаты показали, что даже металлы, традиционно не обладающие магнитными свойствами, приобретали их под действием проходящего через них электрического тока.

Это открытие было революционным, поскольку оно расширяло рамки понимания магнетизма, показывая, что магнитное поле может быть создано не только постоянными магнитами, но и электрическим током.

Эрстед также экспериментировал с экранированием магнитного поля, исследуя, какие материалы способны блокировать его действие. Эти опыты позволили глубже понять природу электромагнитного взаимодействия.

Его работы стали основой для дальнейших исследований в области электромагнетизма, открыв путь для создания таких фундаментальных устройств, как электромагнит.

Открытие Эрстеда не только объединило электричество и магнетизм в единую электромагнитную силу, но и заложило фундамент для разработки целого спектра технологических инноваций, которые сегодня являются неотъемлемой частью нашей жизни. Это стало настоящим прорывом, перевернувшим представления ученых о мире и стимулировавшим стремительное развитие физики, электротехники и других научных дисциплин.

Открытие Эрстеда – это не просто эксперимент, это поворотный момент в истории науки, начало новой эры понимания и использования фундаментальных сил природы. Его вклад в науку бесценен и продолжает вдохновлять исследователей по всему миру. История его

открытия служит ярким примером того, как наблюдательность, настойчивость и стремление к истине могут привести к революционным открытиям, которые меняют мир.

*В заключение хочется остановиться на важных моментах.*

1. Суть опыта. Ханс Кристиан Эрстед помещал над магнитной стрелкой прямолинейный металлический проводник, направленный параллельно стрелке. При пропускании через проводник электрического тока стрелка поворачивалась почти перпендикулярно проводнику. При изменении направления тока стрелка разворачивалась на  $180^\circ$ .

2. Что общего между электрическими и магнитными полями? Магнитное поле, спины электронов и ток не являются однозначно пропорциональными, но между ними существует взаимосвязь: и постоянные магниты, и электрический ток обладают одинаковой способностью намагничивать железо и притягивать его к себе или создавать магнитные поля.

3. В чем проявляется взаимосвязь электрических и магнитных явлений? Одним из свойств электрического тока является магнитное поле, оно возникает при протекании тока по проводнику. Например, при прохождении тока по двум параллельно расположенным проводникам между проводниками возникают силы взаимодействия, которые называются магнитными силами.

4. Опыт Эрстеда сыграл ключевую роль в понимании взаимосвязи электрических и магнитных явлений. Открытие показало, что электрический ток порождает магнитное поле, что стало основой для развития электромагнетизма и создания теории электродинамики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базелян, Э. М. Физика молнии и молниезащиты / Э. М. Базелян, Ю. П. Райзер. – М.: Физматлит, 2001. – 319 с.
2. Буш, К. Неслучайная случайность. Как управлять удачей и что такое серендипность / К. Буш. – М.: ООО «Альпина Паблишер», 2022.
3. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики / Я. Г. Дорфман. – М.: Изд-во ЛКИ, 2011.
4. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
5. Кошманов, В. В. Георг Ом: пособие для учащихся / В. В. Кошманов. – М.: Просвещение, 1980. – 112 с. (Люди науки).
6. Криволапова, Ю. К. История науки: учеб. пособие / Ю. К. Криволапова. – М.: ИПЦ МИТХТ, 2015. – 116 с.
7. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.

8. Смык, А. Ф. Выдающиеся открытия в исследованиях постоянного тока (к 260-летию со дня рождения академика Василия Владимировича Петрова) / А. Ф. Смык, Л. В. Спиридонова // История науки и техники. – 2022. – № 1. – С. 3–11.

9. Смык, А. Ф. Физика. Электромагнетизм. Курс лекций / А. Ф. Смык. – М.: МГУП, 2007. – 160 с.

10. Смык, А. Ф. История экспериментального наблюдения переменных токов высокой частоты / А. Ф. Смык // История науки и техники. – 2022. – № 7. – С. 3–13.

11. Смык, А. Ф. Экспериментальное и теоретическое исследование электрического разряда: исторический аспект / А. Ф. Смык // История науки и техники. – 2021. – № 2. – С. 3–11.

12. Томилин, К. А. Формирование понятия электрического тока в первой половине XIX века / К. А. Томилин // История науки и техники. – № 5. – 2022.

УДК 727.3

Денисова В. С., студентка 1-го курса

## **ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

*Научный руководитель – Кирсанов Р. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** оптическая иллюзия.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены оптические иллюзии как феномен восприятия, который иллюстрирует сложность и многогранность человеческого зрения. Оптические иллюзии возникают, когда визуальная информация воспринимается иначе, чем она представлена, что открывает новые горизонты для понимания работы мозга и механизмов восприятия. Проанализированы различные типы и виды оптических иллюзий, а также их практическое применение в различных сферах жизни человека.

**Keywords:** optical illusion.

**Summary.** This article discusses optical illusions as a phenomenon of perception, which illustrates the complexity and versatility of human vision. Optical illusions occur when visual information is perceived differently than it is presented, which opens up new horizons for understanding the brain and the mechanisms of perception. Various types and types of optical illusions are analyzed, as well as their practical application in various spheres of human life.

Оптическая (зрительная) иллюзия – это не что иное, как ошибка, обман. Вызвана она, по определению из справочников, некорректным

восприятием зрительного образа. Также такое явление может быть вызвано физическими причинами.

Если мы наблюдаем оптическую иллюзию, значит, мы ошибаемся в восприятии размера изображения, формы объекта, цвета. Заблуждаться мы можем также по поводу того, статично стоит тело или оно движется. То есть мы можем наблюдать эффекты псевдодвижения.

Если не учить физику, то можно легко вообразить себе, что зрительные иллюзии – это магия. На самом деле, все эти явления объяснимы физическими законами и психологией.

С научной точки зрения оптическая иллюзия может быть определена как изображения, воспринимаемые глазами, отличные от реальной физической структуры изображений, то есть изображения, воспринимаемые глазами, отличаются от объективной реальности [1].

Такая иллюзия известна также как визуальная иллюзия. Когда мы смотрим на объект, сетчатка глаз сканирует изображение и посылает нервные импульсы в головной мозг. Мозг интерпретирует изображение, после чего появляется фактическое восприятие. Иногда восприятие, передаваемое мозгом, не соответствует физической структуре источника, который стимулирует изображение.

В таких случаях мы видим изображение, которого нет, или изображение, которое является частью картинкой, но не является целой картинкой. Мы можем видеть также одно или оба изображения в такой иллюзии.

Это интересные факты, создающие основу для понимания калькуляций и функционирования головного мозга, а также понимания, почему наш визуальный мозг временами не может уловить физический мир, существующий вокруг.

Выделяют три основных вида оптических иллюзий: *буквальные, физиологические и когнитивные* [1, 2, 3].

**Буквальные иллюзии.** Возникают, когда изображение воспринимается иначе, чем реальное, через использование двусмысленных визуальных сигналов. Наш мозг стремится к целостному восприятию и пытается распознать знакомые линии, формы и объекты даже в абстрактных или неполных картинках.

**Физиологические иллюзии,** такие как остаточные изображения, возникающие на сетчатке глаза после выключения яркого света или случайное перцепционное последствие, предположительно являются эффектами чрезмерной стимуляции глазного нерва или взаимодействия с контекстными или конкурирующими раздражителями определенного типа.

**Когнитивные иллюзии** – это aberrации нашего восприятия, которые приводят к ошибкам в наших суждениях, выборах и решениях. Такие искажения происходят в нашем сознании, когда мы обрабатываем информацию и делаем выводы на основе своих личных предпочтений, опыта и убеждений, а не на основе реальности.

**Искаженные иллюзии.** Эти иллюзии основаны на смене физических аспектов, таких как размер, изгибы, длина. Такие изображения не остаются постоянными, а вызывают ощущение изменений размеров объектов: длины, формы.

Оптические иллюзии в архитектуре используются для создания определенных пространственных впечатлений, например, для кажущегося увеличения высоты и площади залов [4].

**Двойственные изображения.** В таких изображениях человек выделяет для себя либо фон, либо фигуру в зависимости от его восприятия картинки.

**Изображения-перевертыши** – вид оптической иллюзии, в которой от направления взгляда зависит характер воспринимаемого объекта. Когда на них смотрят, сразу понятно, что там изображено, но стоит перевернуть картинку вверх ногами – и появляется совершенно другой рисунок.

**Иллюзии распознавания образов.** На изображении сложно определить то, что на нем изображено. Иногда сам основной рисунок не позволяет увидеть дополнительное изображение, иными словами не позволяет распознать образ.

**Смешанные иллюзии** – это естественные иллюзии, воссозданные человеком.

Оптические иллюзии в одежде. В данном разделе рассказывается, как визуальные эффекты могут влиять на восприятие человека.

Горизонтальные, вертикальные и диагональные линии в одежде [5]. В костюме иллюзии возникают в основном за счет различных сочетаний форм, фасонных линий одежды, рисунка ткани, цвета, декоративной отделки.

Горизонтальные линии применяются в краях одежды, линиях бортов, подолов. Подобные горизонтальные линии в одежде полнят, расширяют, приземляют. Деление костюма на горизонтали дробит силуэт. Основные уровни горизонталей плечи, грудь, талия, бедра, колени, голени. Низ изделия нежелательно оканчивать на этих уровнях.

Вертикальные линии и детали стройнят и прибавляют визуально рост. Применяются для создания такого эффекта продольные полосы,

однобортная застежка, длинные бусы и шарфы, высокий каблук, стрелки на брюках. Но, как и в случае с горизонтальными, линии, их количество и толщина влияют на эффект.

Диагональные линии, такие, как подрезы на одежде, асимметричный вырез горловины, платок через одно плечо и подобные, являются промежуточными между вертикальными и горизонтальными, привносят динамику в костюм. Чем ближе линии к вертикальным, тем больше иллюзия стройности; чем более они стремятся к горизонтали, тем сильнее способны расширять.

Клетка чаще всего увеличивает объем. И чем крупнее рисунок, тем сильнее эффект.

Линии, расходящиеся от центра фигуры вверх, косынка, спереди завязанная в узелок, V-образный вырез горловины пиджака расширяют верхнюю часть, сужая центр.

Линии, расходящиеся от центра вниз, расширяют нижнюю часть и линию талии, уменьшая верхнюю часть фигуры: юбка и брюки клеш зрительно сужают плечи. Если линии идут от головы вниз (шляпа с опущенными полями, распущенные волосы на прямой пробор), то это визуально сокращает рост.

Линии, сходящиеся к центру фигуры, например, треугольное декольте на платье плюс широкая юбка, сужают талию, расширяя верхнюю и нижнюю части фигуры.

Волнистые линии, например, рюши, воланы, рисунок на ткани, изгибы тела, добавляют объем.

Круги визуально увеличивают объем и придают очертаниям фигуры округлость.

Зрительные иллюзии, создаваемые цветом, способны сильно изменить пропорции тела. Дизайнерам одежды хорошо известно, что в черном платье фигура кажется стройнее: черный и темные цвета зрительно уменьшают объем, тогда как светлые, и особенно теплые, тона увеличивают его.

Иллюзия движения. Одежда с узорами, которые создают эффект движения, может заставить зрителя думать, что одежда «движется», даже когда человек неподвижен. Это достигается за счет использования линий и форм, которые направлены в разные стороны.

Иллюзия объема. Некоторые ткани и узоры могут создавать эффект объема, делая фигуру более объемной или плоской. Например, вертикальные полосы могут визуально удлинить фигуру, в то время как горизонтальные полосы могут сделать ее шире.

Маскировка. Одежда с узорами, которые сливаются с окружающей средой, может создать эффект «невидимости». Это часто используется в военной форме или в одежде для активного отдыха.

Геометрические узоры. Одежда с геометрическими узорами может создавать иллюзии, которые заставляют зрителя видеть фигуры, которые на самом деле не существуют, или изменять восприятие формы тела.

Эти оптические иллюзии могут быть использованы как в моде, так и в дизайне, чтобы привлечь внимание и создать уникальный стиль.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимова, З. Н. Оптические иллюзии / З. Н. Ибрагимова, З. Г. Раджабова // Юный ученый. – 2023. – № 4 (67). – С. 99–102.
2. Лихоносова, М. Оптические иллюзии – парадоксы или обман зрения? / М. Лихоносова // Международный школьный научный вестник. – 2018. – № 3-2. – С. 218–225.
3. Оптическая иллюзия, виды, принцип работы. – URL: <https://m-focus.ru/opticheskaya-illyuziya-vidy-princip-raboty-i-primenenie/> (дата обращения: 21.01.2025).
4. Пять крутых примеров Иллюзии «Фигуры и фона». – URL: <https://vc.ru/marketing/228737-ryat-krutyh-primerov-illyuzii-figury-i-fona-v-marketinge> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Зрительные иллюзии в одежде – Территория Стиля и Цвета // LiveJournal. – URL: <https://style-color.livejournal.comhttps://style-color.livejournal.com/28012.html>. (дата обращения: 21.01.2025).

УДК 53

**Змиевский В. В.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

### **РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ**

*Научный руководитель – Подобед М. П., ст. преподаватель кафедры  
высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Беларусь

**Ключевые слова:** рентгеновские лучи, излучение.

**Аннотация.** Рентгеновские лучи открыл Вильгельм Конрад в декабре 1895 г. Основной источник рентгеновских лучей – рентгеновская трубка. Эти лучи находят применение в различных областях, включая криминалистику, археологию и пищевую промышленность.

**Keywords:** X-rays, radiation, rays.

**Summary.** X-rays were discovered by Wilhelm Conrad in December 1895. The main source of X-rays is the X-ray tube. These rays are used in a variety of fields, including forensics, archaeology, and the food industry.

В декабре 1895 г. Вильгельм Конрад Рентген, возглавлявший Физический институт при Вюрцбургском университете, открыл новый тип излучения. Позже историки науки выяснили, что это излучение, возникающее в катодно-лучевой трубке, уже многократно наблюдалось ранее.

Вторая половина XIX в. была временем, когда катодные трубки находились во всех крупных физических лабораториях, и удивительно, что до Рентгена никто не обратил на эти лучи внимания. Эуген Гольдштейн проводил исследования катодных лучей в 1876–1880 гг. и наблюдал свечение некоторых солей под их воздействием. Десять лет спустя Джозеф Томсон, работая с катодными лучами, также заметил, что стекло, находящееся более чем в метре от трубки, фосфоресцирует, но не придал этому значения. Физики того времени знали, что фотоматериалы нельзя оставлять рядом с работающей катодной трубкой, так как они засвечиваются. Эти и другие факты указывают на то, что ученые были близки к открытию. Рентген сделал последний, решающий шаг в 1895 г., когда, желая улучшить условия для наблюдения свечения в катодной трубке, затемнил лабораторию. В этот момент он случайно заметил, что картонный экран, покрытый флуоресцирующим минералом, начинает светиться во время работы трубки.

Рентгеновские лучи оказались интересными сами по себе, но настоящую сенсацию произвели, когда стало известно об их способности проникать через человеческое тело и создавать изображение скелета. Это открытие стало невероятным событием в конце XIX в. Известность Рентгена возросла до такой степени, что в 1901 г. он стал первым физиком, удостоенным Нобелевской премии.

#### **Возбуждение рентгеновского излучения.**

В настоящее время известно несколько способов возбуждения рентгеновского излучения:

- облучение вещества катодными лучами (быстрыми электронами). Возникающее при этом излучение называется первичным;
- облучение вещества  $\gamma$ - (или рентгеновским) излучением. При этом возникает так называемое вторичное излучение;
- облучение вещества протонами и ионами;
- космическое рентгеновское излучение, механизм возбуждения которого неясен.

На практике в основном применяется вторичное и первичное излучение. Космическое излучение интенсивно исследуется при помощи спутников, оборудованных рентгеновскими телескопами.

Определяющей характеристикой излучения является его спектр – распределение энергии излучения по частотам или длинам волн.

Существует два принципиально различных по своему происхождению и форме спектра – линейчатый и сплошной.

### **Устройство и принцип работы рентгеновских трубок.**

Наиболее эффективным устройством для генерирования рентгеновских лучей является рентгеновская трубка. Важнейшими элементами трубки являются катод и анод. В простейшем типе трубки используется неподвижный анод, помещенный в непроницаемую стеклянную колбу, из которой полностью откачан воздух (рис. 1).

При нагреве катода происходит электронная эмиссия, электроны, вылетающие из катода, ускоряются электрическим полем и ударяются о поверхность анода. От обычного вакуумного диода рентгеновскую трубку отличает в основном более высокое ускоряющее напряжение (более 1 кВ).

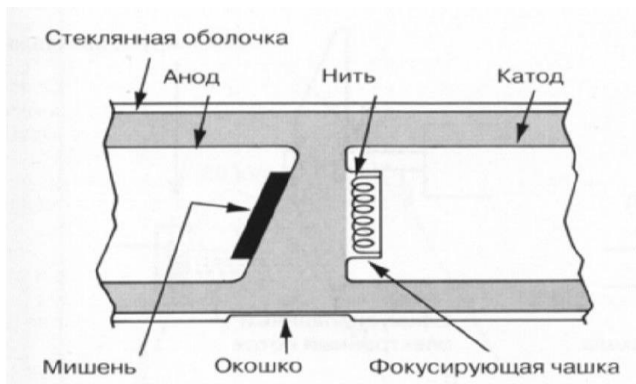


Рис. 1. Структура рентгеновской трубки с неподвижным анодом

Для возбуждения рентгеновского излучения в трубках необходимо:

- получить свободные электроны;
- сообщить свободным электронам кинетическую энергию от нескольких тысяч до 1–2 млн электронвольт;
- осуществить взаимодействие быстро летящих электронов с атомами анода.

### Структура рентгеновского аппарата.

Любой рентгеновский аппарат содержит устройство генерации рентгеновского излучения – собственно рентгеновский аппарат – и устройство регистрации рентгеновских лучей.

На рис. 2 изображена схема типичной рентгеновской установки. Электроэнергия, отбираемая из общей сети переменного тока, трансформируется генератором в энергию высокого напряжения, необходимую для формирования рентгеновского излучения в рентгеновской трубке. Генератор формирует питающие напряжения для различных узлов аппарата и компонентов трубки.

В рентгеновской трубке происходит преобразование электроэнергии, полученной от генератора, в пучок рентгеновского излучения путем создания большой разности потенциалов между отрицательно заряженным катодом и положительно заряженным анодом трубки. Электроны образуются на катоде и движутся в ускоряющем электрическом поле к аноду, где сталкиваются с мишенью анода.



Рис. 2. Схема рентгеновской установки

В результате резкого торможения в материале анода возникает рентгеновское излучение. Следует заметить, что большая часть энергии электронов превращается в тепло и только менее 1 % превращается в рентгеновское излучение.

Задание режимов генерации излучения и управление аппаратом осуществляется с помощью пульта управления.

Для ограничения пучка излучения используют формирователь пучка излучения, обеспечивающий формирование зоны облучения, соответствующей снимаемому объекту исследования.

Примером устройства, формирующего пучок, является глубинная диафрагма, изображенная на рис. 3. Она включает несколько пар свинцовых шторок, ограничивающих площадь пучка.

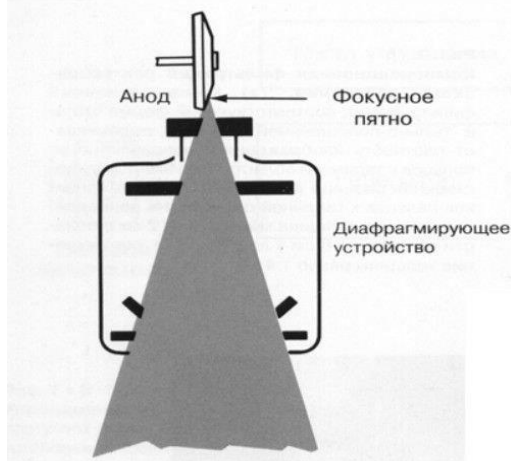


Рис. 3. Диафрагмирующее устройство

*Применение рентгеновских лучей.* Наиболее широкое применение рентгеновские лучи нашли в медицине для рентгенодиагностики и рентгенотерапии. Важное значение для многих отраслей техники имеет рентгеновская дефектоскопия, например для обнаружения внутренних пороков отливок (раковин, включений шлака), трещин в рельсах, дефектов сварных швов.

Рентгеновский структурный анализ позволяет установить пространственное расположение атомов в кристаллической решетке минералов и соединений, в неорганических и органических молекулах. На основе многочисленных, уже расшифрованных атомных структур может быть решена и обратная задача: по рентгенограмме поликристаллического вещества, например легированной стали, сплава, руды, лунного грунта, может быть установлен кристаллический состав этого вещества, т. е. выполнен фазовый анализ (см. Дебая – Шеррера метод). Многочисленными применениями рентгеновских лучей для изучения свойств твердых тел занимается рентгенография материалов.

Рентгеновская микроскопия позволяет, например, получить изображение клетки, микроорганизма, увидеть их внутреннее строение. Рентгеновская спектроскопия по рентгеновским спектрам изучает

распределение плотности электронных состояний по энергиям в различных веществах, исследует природу химической связи, находит эффективный заряд ионов в твердых телах и молекулах. Спектральный анализ (рентгеновский) по положению и интенсивности линий характеристического спектра позволяет установить качественный и количественный состав вещества и служит для экспрессного неразрушающего контроля состава материалов на металлургических и цементных заводах, обогатительных фабриках. При автоматизации этих предприятий применяются в качестве датчиков состава вещества рентгеновские спектрометры и квантометры (см. Спектральная аппаратура рентгеновская).

Рентгеновские лучи, проходящие из космоса, несут информацию о химическом составе космических тел и о физических процессах, происходящих в космосе. Исследованием космических рентгеновских лучей занимается рентгеновская астрономия. Мощные рентгеновские лучи используют в радиационной химии для стимулирования некоторых реакций, полимеризации материалов, крекинга органических веществ. Рентгеновские лучи применяют также для обнаружения старинной живописи, скрытой под слоем поздней росписи, в пищевой промышленности для выявления инородных предметов, случайно попавших в пищевые продукты, в криминалистике, археологии и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чолаков, В. Нобелевские премии. Ученые и открытия / В. Чолаков; пер. с болг.; под ред. и с предисл. А. Н. Шамина. – М.: Мир, 1986. – 386 с.
2. Лелюхин, А. С. Свойства рентгеновского излучения и способы его возбуждения: метод. указания к лабораторному практикуму / А. С. Лелюхин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 36 с.
3. Блохин, М. А. Методы рентгеноспектральных исследований / М. А. Блохин. – М.: ГИТЛ, 1959. – 518 с.
4. Хараджа, Ф. Ф. Общий курс рентгентехники / Ф. Ф. Хараджа. – М.: Машиностроение, 1966. – 322 с.
5. Горелик, С. С. Рентгенографический и электронооптический анализ / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков. – М.: МИСИС, 2003. – 336 с.
6. Шмелев, В. К. Рентгеновские аппараты / В. К. Шмелев. – М.: Машиностроение, 1973. – 274 с.

УДК 53:619

**Ковалева К. А., Шкарампога Е. И.**, студенты 3-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Козел Н. И.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

**Бараченя А. Н., Минич А. Д.**, студенты 2-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

### **БИОФИЗИКА: РАБОТА НЕЙРОНОВ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Капитонова Е. А., д-р биол. наук, профессор*

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины – МВА имени К. И. Скрябина»,  
Москва, Российская Федерация

**Ключевые слова:** биофизика, работа нейронов, электрический синапс, химический синапс, пресинаптическая мембрана, постсинаптическая мембрана, нейромедиаторы, суммация.

**Аннотация.** Биофизика (биологическая физика) – наука о физических и физико-химических механизмах взаимодействий, лежащих в основе биологических процессов, протекающих на разных уровнях организации живой материи: молекулярном, клеточном, организменном и популяционном. Статья посвящена механизмам распространения нервных импульсов в нервной системе живого организма. Нейронные импульсы передаются от одного нейрона к другому через синапсы или путем прямого распространения по нервному проводнику. Раскрыты механизмы синаптической передачи и особенности электрического распространения нервных импульсов.

**Keywords:** biophysics, neuron function, electrical synapse, chemical synapse, presynaptic membrane, postsynaptic membrane, neurotransmitters, summation.

**Summary.** Biophysics (biological physics) is the science of the physical and physico-chemical mechanisms of interactions underlying biological processes occurring at different levels of organization of living matter: molecular, cellular, organismic and population. The article is devoted to the mechanisms of propagation of nerve impulses in the nervous system of a living organism. Neural impulses are transmitted from one neuron to another through synapses or by direct propagation along a nerve conductor.

The mechanisms of synaptic transmission and the features of the electrical propagation of nerve impulses are revealed.

Нервная система функционирует благодаря двум типам клеток: нейронам и глиальным клеткам. Хотя глиальные клетки выполняют важные поддерживающие функции, именно нейроны являются ключевыми игроками в передаче нервных сигналов. Нейроны собирают информацию от других клеток через свои дендриты, обрабатывают ее и решают, следует ли передавать сигнал дальше.

Передача сигнала от одного нейрона к другому происходит в специализированных соединениях, называемых синапсами. Существуют два основных типа синапсов: электрические и химические.

Независимо от типа задача синапса состоит в том, чтобы передать информацию от пресинаптической мембраны (которая находится на аксоне нейрона) к постсинаптической мембране (которая может быть на дендрите другого нейрона, аксоне, мышечной клетке или клетке другого органа, на который направлен сигнал).

В нервной системе большинство контактов между нейронами (синапсов) формируется между концом аксона (отростка, передающего сигнал) и дендритом (отростком, принимающим сигнал). В области синапса на дендрите можно увидеть небольшие выступы, называемые дендритными шипиками.

Электрические синапсы, в отличие от химических, обладают рядом преимуществ. Главное – это мгновенная передача сигнала от одной нервной клетки к другой, без задержки. Кроме того, они не подвержены утомлению. Это достигается за счет прямого соединения мембран двух клеток специальными каналами, через которые ионы (заряженные частицы) могут свободно перемещаться. Однако у электрических синапсов есть и недостаток: сигнал может передаваться в обоих направлениях, что ограничивает направленность передачи нервного импульса. Именно поэтому электрические синапсы встречаются относительно редко, в основном у беспозвоночных животных.

В природе химические синапсы встречаются часто. Их устройство сложнее, чем у электрических, поскольку требует преобразования электрического сигнала в химический, а затем обратно в электрический. Этот процесс вызывает небольшую задержку в передаче сигнала, обычно от 0,2 до 0,4 миллисекунды. Кроме того, при интенсивной работе может произойти истощение запасов химического передатчика, что приведет к временному снижению активности синапса, т. е. к его

утомлению. Несмотря на эти недостатки, химический синапс обладает важным преимуществом: он обеспечивает передачу нервного импульса только в одном направлении.

В неактивном состоянии концевая часть аксона (пресинаптическое окончание) заполнена пузырьками, окруженными мембраной. Эти пузырьки, называемые везикулами, содержат нейромедиаторы – химические вещества, передающие сигналы. Чтобы везикулы не слипались с мембраной, их поверхность имеет отрицательный заряд и покрыта белками, которые играют ключевую роль в процессе высвобождения нейромедиаторов. Каждый пузырек содержит фиксированное количество нейромедиатора, называемое квантом. Хотя нейромедиаторы различаются по своей химической структуре, большинство из них синтезируется непосредственно в пресинаптическом окончании. Поэтому в этой области присутствуют механизмы для производства нейромедиаторов, а также органеллы, такие как аппарат Гольджи и митохондрии, необходимые для этого процесса.

Постсинаптическая мембрана, принимающая сигнал, оснащена специальными «приемниками» – рецепторами, которые распознают и связываются с нейромедиаторами. Эти рецепторы бывают двух основных типов:

1. Ионотропные рецепторы: они сами являются ионными каналами. Когда нейромедиатор связывается с таким рецептором, канал открывается, позволяя ионам проходить через мембрану, что быстро меняет электрический потенциал клетки.

2. Метаботропные рецепторы: это белки, которые активируют внутриклеточные процессы, запуская сложный каскад реакций. Этот процесс занимает больше времени, но может приводить к более длительным и разнообразным эффектам.

Важно отметить, что один и тот же нейромедиатор может взаимодействовать с разными типами рецепторов (ионотропными и метаботропными). Более того, некоторые рецепторы могут вызывать возбуждение клетки (делая ее более активной), а другие – торможение (снижая ее активность).

Следовательно, ответ клетки на нейромедиатор зависит не от самого нейромедиатора, а от типа рецептора, который находится на ее поверхности. Это означает, что разные клетки могут реагировать совершенно по-разному на одно и то же химическое вещество, в зависимости от того, какие рецепторы у них есть.

В пространстве между двумя мембранами, участвующими в передаче сигнала (пре- и постсинаптической), находится синаптическая щель, которая очень узкая – всего 10–15 нанометров. Когда нервный импульс (ПД) достигает конца нервного волокна (пресинаптического окончания), в его мембране открываются специальные каналы, чувствительные к электрическому потенциалу. Через эти каналы в клетку устремляются ионы кальция. Кальций взаимодействует с белками, расположенными на поверхности маленьких пузырьков (везикул), содержащих нейромедиатор. Это взаимодействие запускает процесс перемещения везикул к пресинаптической мембране, где они сливаются с ней. В результате этого слияния нейромедиатор высвобождается в синаптическую щель и может взаимодействовать со специфическими рецепторами на другой стороне щели.

Ионотропные рецепторы, также известные как лиганд-зависимые ионные каналы, представляют собой белковые структуры, которые открываются, только когда к ним присоединяется определенная молекула, называемая лигандом (например, нейромедиатор). В зависимости от типа лиганда канал может пропускать ионы натрия, кальция или хлора. Если канал пропускает натрий или кальций, это приводит к деполяризации клеточной мембраны, что увеличивает вероятность возникновения нервного импульса (ПД) – такие рецепторы считаются возбуждающими. Если же канал пропускает хлор, происходит гиперполяризация, снижающая вероятность генерации ПД – такие рецепторы относят к тормозным.

Метаботропные рецепторы, в отличие от ионотропных, не являются ионными каналами. Они относятся к семейству рецепторов, связанных с G-белками (GPCR). Когда нейромедиатор связывается с метаботропным рецептором, это активирует G-белок, который, в свою очередь, запускает сложную цепочку внутриклеточных реакций. Эти реакции могут приводить как к усилению возбуждения, так и к торможению нервной клетки. После того как нервный сигнал передан, необходимо быстро «очистить» синаптическую щель от нейромедиатора. Это делается двумя способами:

1. Разрушение: в щели присутствуют специальные ферменты, которые расщепляют нейромедиатор на неактивные компоненты.

2. Повторное использование: на пресинаптическом окончании (откуда был выброшен медиатор) или в соседних глиальных клетках находятся транспортеры. Они захватывают нейромедиатор и возвращают его обратно в клетку. Там он может быть использован повторно.

Нейрон получает информацию от огромного количества других нейронов – от 100 до 100 000 синапсов. Один-единственный сигнал, пришедший на дендрит, не вызовет ответной реакции. На нейрон одновременно поступает множество сигналов, как возбуждающих (стимулирующих), так и тормозных (подавляющих). Эти сигналы суммируются на теле нейрона (соме). Этот процесс называется пространственной суммацией.

В результате пространственной суммации может произойти (или не произойти) генерация потенциала действия (ПД) в области аксонного холмика. Аксонный холмик – это участок аксона, примыкающий к соме, который имеет низкий порог возбуждения. Если сумма сигналов достигает этого порога, возникает ПД. Далее ПД распространяется по аксону, который может разветвляться и образовывать синапсы с другими клетками.

Помимо пространственной суммации, существует временная суммация. Она происходит, когда один и тот же дендрит получает серию импульсов с высокой частотой.

Помимо обычных синапсов, где сигналы передаются между отростками нервных клеток (аксонами и дендритами), существуют и другие типы синапсов, которые влияют на работу уже существующих. Один из таких типов – аксо-аксональные синапсы. Они могут либо усиливать, либо ослаблять передачу сигнала в других синапсах. Например, если аксон, образующий синапс с дендритным шипиком, получает сигнал к передаче, но в то же время на него воздействует тормозной сигнал через аксо-аксональный синапс, то высвобождения нейромедиатора в основном синапсе не произойдет. Кроме того, аксо-дендритные синапсы могут изменять распространение сигнала по дендриту к телу клетки (соме). А аксо-соматические синапсы влияют на обработку сигналов непосредственно в соме нейрона.

В итоге нервная система использует множество различных типов синапсов, отличающихся по используемым веществам (нейромедиаторам), рецепторам и расположению. Это обеспечивает гибкость и способность нервной системы к адаптации и обучению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.

УДК 539.1

**Котович П. Г., Кулинич А. Д.,** студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

## **АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР**

*Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь.

**Ключевые слова:** физика, БАК, частицы, протонные столкновения, Бозон Хиггса.

**Аннотация.** В статье изложены историческое развитие адронного коллайдера, этапы его развития, принципы его работы, ключевые технологии, показаны важность исследований и перспективы на будущее использование.

**Keywords:** physics, LHC, particles, proton collisions, Higgs Boson.

**Summary.** The article describes the historical development of the hadron collider, the stages of its development, the principles of its operation, key technologies, the importance of research and prospects for future use.

**Адронный коллайдер**, расположенный на границе Франции и Швейцарии, представляет собой гигантский кольцевой ускоритель частиц, который обеспечивает столкновения протонов на действительно высоких энергиях (рис. 1). С момента своего запуска в 2008 г. он стал центральной ареной для исследований в области физики высоких энергий. Основная цель Большого адронного коллайдера (БАК) – поиск новых частиц и проверка существующих теорий, таких как Стандартная модель и теория суперсимметрии.

*История создания.* В XX в. в физике появились две основополагающие теории: общая теория относительности Альберта Эйнштейна, которая описывает Вселенную на макроуровне, и квантовая теория поля, описывающая Вселенную на микроуровне. Проблема сегодняшней науки в том, что две эти теории несовместимы друг с другом. Например, для научного описания происходящего в черных дырах нужны обе теории, а эти теории вступают в противоречие.

*Что подтолкнуло к созданию БАК.* С помощью Большого адронного коллайдера становится возможным провести эксперименты, о которых ученые и не могли мечтать раньше. Эти эксперименты позволят подтвердить или опровергнуть ряд научных теорий, существующих в настоящее время.

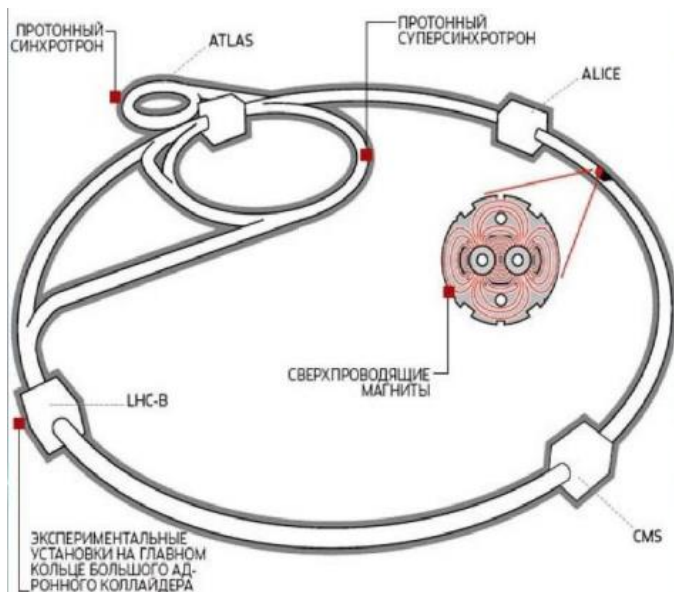


Рис. 1. Большой адронный коллайдер

Запуск БАК должен послужить сильнейшим толчком к дальнейшему развитию физики.

*Какова задача БАК.* Перед исследователями сейчас стоит множество задач, работа по которым началась еще 2010 г. Основными из этих задач являются: изучение топ-кварков; изучение механизма электрослабой симметрии; изучение кварк-глюонной плазмы, поиск суперсимметрии; изучение фотон-адронных и фотон-фотонных столкновений.

*Что такое БАК?* Конструктивно, БАК представляет собой огромный ускоритель заряженных частиц. Кольцо этого ускорителя находится на границе Швейцарии и Франции, и его протяженность составляет порядка 27 км. Вдоль этого кольца располагаются мощные электромагниты, которые разгоняют заряженные частицы. Такие огромные размеры установки позволяют разогнать частицы до энергии 14 ТэВ для последующего их столкновения с мишенью в детекторной камере центра. Ученые полагают, что при таком столкновении можно воспроизвести условия, схожие с теми, что были в нашей Вселенной после большого взрыва. Основной частью коллайдера является огромный

подземный зал, где построен самый современный и самый большой детектор элементарных частиц.

*Ключевые технологии:*

1. Суперпроводящие магниты: используются для управления пучками частиц и удержания их на заданной орбите.

2. Детекторы частиц: Эти приборы фиксируют результаты столкновений и анализируют данные, полученные от столкнувшихся протонов (рис. 2).

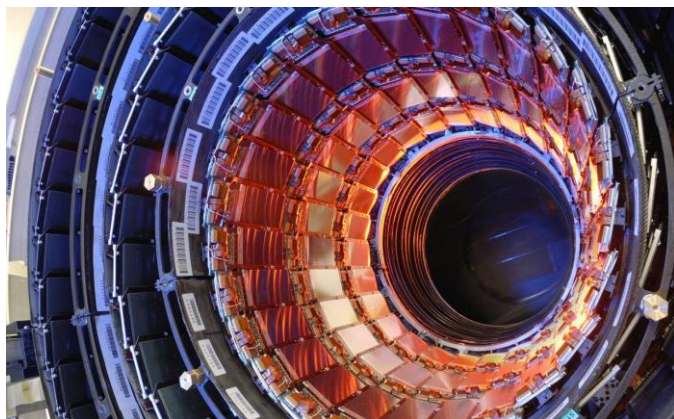


Рис. 2. Ключевые технологии

*Ключевые достижения.* Одним из самых значимых достижений ЛНС стало открытие бозона Хиггса в 2012 г. Это открытие подтвердило существование механизма, дающего массу элементарным частицам, и стало важной вехой в физике частиц. Открытие бозона Хиггса подтолкнуло ученых к пересмотру существующих теорий и поиска ответа на вопросы, касающиеся темной материи и энергетического баланса во Вселенной.

*Важность исследований.* Исследования, проводимые с помощью БАК, имеют не только теоретическую, но и практическую значимость. Они способствуют развитию технологий, которые находят применение в других областях, таких как медицина и информационные технологии. Например, технологии обработки данных, разработанные для анализа результатов экспериментов на БАК, играют важную роль в компьютерах и сетевых технологиях.

Большой адронный коллайдер (БАК), расположенный на границе Франции и Швейцарии, является самым мощным ускорителем частиц в мире. Он был запущен 10 сентября 2008 г. и с тех пор стал центральной артерией современных исследований в области физики элементарных частиц. Работая на энергии в несколько теравольт, БАК позволяет проводить эксперименты, которые приближают человечество к пониманию основанных вопросов о структуре материи, происхождении универсума и физических закономерностях.

Тем не менее его работа не обходится без инцидентов. Одной из наиболее известных аварий на БАК стала поломка, произошедшая 19 сентября 2008 г.

Авария произошла в результате неожиданного дефекта в системе охлаждения одного из магнитов. Это стало причиной перегрева, что привело к повреждению нескольких секций ускорителя. В результате инцидента произошло короткое замыкание, которое вызвало выброс гелия в туннель, в котором расположен коллайдер. По счастливой случайности, никто не пострадал, но коллайдер потребовалось остановить на длительный срок для устранения повреждений (рис. 3).



Рис. 3. Авария БАК

Расследование инцидента показало, что основными факторами, приведшими к аварии, стали недостатки в проектировании системы и ошибки в тестировании. В частности, некоторые аспекты системы охлаждения не были должным образом оценены, что и стало причиной перегрева магнитов. Программа тестирования не покрывала все воз-

возможные сценарии эксплуатации, что также сыграло свою роль в возникновении аварии.

После аварии на БАК работы по восстановлению затянулись почти на год. Ученым пришлось провести серьезные улучшения и изменения, чтобы предотвратить подобные инциденты в будущем. Были обновлены системы контроля и мониторинга, а также внедрены новые протоколы тестирования.

Коллайдер вновь заработал в ноябре 2009 г. и с тех пор продолжает выполнять миссию, помогая совершать новые открытия в области физики, включая открытие Бозона Хиггса в 2012 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт CERN (Европейская организация ядерных исследований). – URL: <https://www.home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider> (дата обращения: 09.04.2025).
2. NASA. – URL: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19960000238> (дата обращения: 09.04.2025).
3. National Geographic. – URL: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/the-god-particle> (дата доступа: 09.04.2025).
4. Scientific American. – URL: <https://www.scientificamerican.com/large-hadron-collider/> (дата обращения: 09.04.2025).

УДК 621.039

**Лишаков Н. Р., Дедовец М. Д.**, студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

#### **АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

*Научный руководитель – Астахова О. М., канд. пед. наук, доцент*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** ядерная физика, деление ядра, цепная реакция, ядерная энергетика.

**Аннотация.** В статье изложены исторические этапы развития квантовой физики, преимущества ядерной энергетики, технологические инновации, вопросы безопасности, общественное мнение и политика, будущее ядерной энергетики.

**Keywords:** nuclear physics, nuclear fission, chain reaction, nuclear power engineering.

**Summary.** The article describes the historical stages of the development of quantum physics, the advantages of nuclear energy, technological inno-

vations, safety issues, public opinion and politics, and the future of nuclear energy.

**Ядерная энергетика (атомная энергетика)** – отрасль энергетики, занимающаяся производством электрической и тепловой энергии путем преобразования ядерной энергии.

***Ядерная энергетика имеет несколько значительных преимуществ:***

**Низкие выбросы углерода.** Ядерные электростанции производят электроэнергию с минимальными выбросами парниковых газов, что способствует снижению воздействия на климат и борьбе с глобальным потеплением.

**Высокая энергетическая плотность.** Ядерное топливо, такое как уран или плутоний, обладает высокой энергетической плотностью. Это означает, что небольшое количество ядерного топлива может производить огромное количество энергии.

Ядерная энергетика предоставляет значительный источник электроэнергии, однако ее использование требует строгого управления и соблюдения высоких стандартов безопасности. Рассмотрим ключевые тонкости и аспекты использования ядерной энергии, охватывая области безопасности, эффективности и инновации.

***Безопасность в ядерной энергетике*** – приоритетный аспект. Реакторы оснащены многоуровневыми системами защиты, включая гермооболочку и системы аварийного охлаждения. Тщательное следование протоколам безопасности обеспечивает минимизацию рисков аварийных ситуаций.

Регулярные проверки и обслуживание помогают поддерживать надежную работу реакторов на высоком уровне безопасности. Строгое соблюдение стандартов безопасности является неотъемлемой частью эффективной эксплуатации.

В настоящее время объекты ядерной энергетики воспринимаются значительной частью населения как источник повышенной опасности. А на развитие любой технологии оказывает влияние не только реально присущая ей безопасность, но и безопасность, как она воспринимается населением. В этой связи необходимо тщательное изучение субъективных и объективных причин формирования общественного мнения об атомной энергетике.

Общественное мнение о ядерной энергетике варьируется от полного одобрения до активной оппозиции. Эта тема часто становится

предметом политических дискуссии, что затрудняет принятие последовательной энергетической политики. Энергетические стратегии разных стран в значительной степени определяются как актуальными потребностями в энергообеспечении, так и отношением населения к ядерной технологии.



Рис. 1

***История ядерной энергетики*** началась в начале XX в. с открытия основ ядерной физики. В 1938 г. немецкие ученые Отто Ган и Фрица Страссман открыли явление деления атома, что положило начало изучению возможностей использования ядерной реакции для производства энергии.

Во время Второй мировой войны в рамках Манхэттенского проекта была разработана первая атомная бомба, что стало важным шагом в понимании ядерной технологии. После войны, в 1950-е гг., стало очевидным, что ядерная энергия может быть использована не только для военных нужд, но и в мирных целях.

Первый в мире коммерческий атомный реактор был запущен в 1956 г. в Великобритании. С тех пор многие страны начали развивать ядерную энергетику как надежный источник электроэнергии, что способствовало снижению зависимости от ископаемых видов топлива.

Однако с развитием отрасли произошли и негативные инциденты, наиболее известные из которых – Чернобыльская катастрофа в 1986 г. и авария на АЭС Фукусима в 2011 г. Эти события вызвали общественное беспокойство и дебаты о безопасности ядерной энергетики.

На сегодняшний день ядерная энергетика остается важным источником энергии в ряде стран, обеспечивая значительную долю производства электроэнергии. Развиваются новые технологии, такие как реакторы поколения IV и малые модульные реакторы, которые направлены на повышение безопасности и эффективности использования ядерной энергии.

**Как деление ядер используется для получения атомной энергии?**

Проведенные в 1930-х гг. эксперименты по бомбардировке атомов ядерными частицами привели к созданию моделей деления, которые обещали, что из нужных изотопов тяжелых элементов, таких как уран, может высвобождаться значительное количество энергии. Теория предсказывала, что уран-235 с гораздо большей вероятностью подвергнется делению, чем другие изотопы, особенно если нейтроны, ударяющие в его ядро, движутся с относительно низкой скоростью. Выделение дополнительных нейтронов в процессе деления может привести к тому, что другие близлежащие атомы урана-235 также начнут распадаться. Для возникновения такой цепной реакции необходима относительно высокая плотность атомов урана-235, которую называют «критической массой» материала.

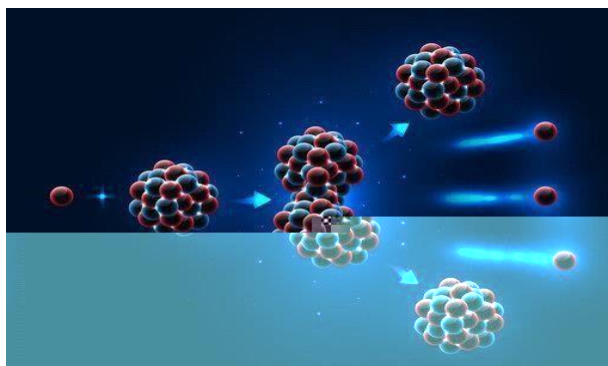


Рис. 2

К концу 1930-х гг. физики разработали методы замедления нейтронов, достаточные для захвата и обогащения смесей изотопов урана из природных ресурсов с образованием критической массы урана-235. Они также придумали, как контролировать цепную реак-

цию, чтобы экспоненциальное производство нейтронов не вышло из-под контроля, в случае чего процесс мог бы стать взрывоопасным.

В течение последующего десятилетия технологические достижения в области деления ядер использовались для создания новых классов супероружия. Только после Второй мировой войны инженеры вновь обратили внимание на возможность использования процесса деления ядер для устойчивого производства тепла, пригодного для выработки электроэнергии. Подобно тому как пар, получаемый при сжигании ископаемого топлива в котле, вращает турбину, соединенную с электрогенератором, пар из «ядерного котла» также можно использовать для выработки электроэнергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт CERN (Европейская организация ядерных исследований). – URL: <https://home.cern>. (дата посещения: 20.04.2025).

2. Габараев, Б. А. Атомная энергетика XXI века: учеб. пособие / Б. А. Габараев, Ю. Б. Смирнов, Ю. С. Черепнин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 250 с.

УДК 537.612

**Минич А. Д., Алещенко Е. В.**, студенты 2-го, 3-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Ельницкий В. А.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

**Федотова Д. А., Тумарева М. В.**, студенты 2-го, 3-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

#### **ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МОЛНИИ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, электроскоп, электрическая сила, электростатический прибор, указатель электричества, молния.

**Аннотация.** Молния, гигантский искровой разряд в атмосфере, представляет собой природный пример электрической искры. Электрическая искра, или искровой разряд, состоит из множества каналов, заполненных плазмой, которые выглядят как разветвленные светящиеся нити. Поскольку молния является природным явлением, использование ее энергии относится к альтернативным источникам энергии, основанным на возобновляемых ресурсах. Молния обычно возникает во время грозы и проявляется в виде яркой вспышки света и грома.

**Keywords:** physics, electroscope, electric force, electrostatic device, electric pointer, lightning.

**Summary.** Physics, the article states that an electric spark, or spark discharge, is a bundle of plasma-filled channels. Spark channels are branched bright stripes resembling filaments. Such a discharge in nature is lightning. This type of energy uses a renewable energy source and belongs to alternative energy sources. Lightning is a giant electrical spark discharge in the atmosphere that can usually occur during a thunderstorm, manifested by a bright flash of light and accompanying thunder.

Молния – это крупномасштабный искровой разряд, возникающий в электрическом поле атмосферы во время грозы. Это зрелищное, но потенциально разрушительное явление представляет серьезную угрозу для жизни и инфраструктуры.

На Земле ежегодно регистрируется более 10 миллионов гроз, что соответствует десяткам тысяч гроз в день, причем большинство из них происходят над океанами. Молнии поражают поверхность Земли с частотой десятки раз в секунду.

*Прогнозирование пространственно-временного распределения грозовой активности и ее последствий остается сложной научной проблемой.*

Грозовой разряд молнии представляет собой мощнейший электрический пробой в атмосфере. Этот процесс сопровождается впечатляющими визуальными и акустическими эффектами, а также часто влечет за собой усиление ветра, выпадение града и интенсивные осадки.

Характеристики молнии поражают: сила тока может достигать сотен тысяч ампер, напряжение – миллиарда вольт, а температура – десятков тысяч градусов.

Разряд может простираться на сотни километров и распространяться со скоростью, достигающей сотен тысяч километров в секунду. Грозовые облака, как правило, имеют сложную структуру распределения электрических зарядов.

Интенсивность молниевой активности, в среднем составляющая полсотни разрядов в секунду, и параметры отдельных разрядов определяются величиной и конфигурацией заряда в облаке, а также скоростью его регенерации. Грозы перемещаются со скоростью порядка десятков километров в час и могут занимать площадь от нескольких до 20 километров.

Изучение грозовой активности, в частности молниевых разрядов, является неотъемлемой частью исследований атмосферного электричества.

Физика атмосферы рассматривает широкий спектр взаимосвязанных электрических явлений, таких как ионизация, электрическая проводимость, электрические поля и токи, а также процессы накопления и разрядки электрических зарядов.

Ключевой вклад в эту область внес Бенджамин Франклин, который экспериментально установил электрическую природу молнии и ввел фундаментальные понятия положительного и отрицательного электрического заряда. Разработанный им принцип молниеотвода, основанный на заземленном проводнике, до сих пор является основой современных систем молниезащиты.

В середине XVIII в. Михаил Ломоносов, российский ученый, предложил объяснение электрической природы грозовых облаков, описав свою теорию в труде «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих».

Как и Бенджамин Франклин, Ломоносов использовал воздушного змея для изучения грозовых явлений. Трагическая гибель его коллеги, Георга Рихмана, во время эксперимента не остановила начатое ими изучение молниезащиты.

В 1753 г. Ломоносов и Рихман разработали первые российские прототипы молниеотводов. Рихман также начал исследования взаимодействия электрических зарядов, что было актуальной темой для многих ученых того времени, включая Эпинуса, Бернулли, Пристли, Робинсона и Кавендиша.

Электроскоп, являясь одним из первых устройств для индикации электрического заряда, давал возможность не только обнаружить его наличие, но и приблизительно оценить величину.

Типичная конструкция электроскопа включает в себя металлический электрод, к которому подвешены два легких листочка из фольги или бумаги. При контакте с заряженным объектом заряд перераспределяется, переходя на листочки. Вследствие одноименной заряженности листочки отталкиваются, образуя угол, пропорциональный величине заряда. Для минимизации влияния воздушных потоков и предотвращения быстрой утечки заряда листочки часто помещают в стеклянный сосуд, из которого может быть удален воздух. Поднесение к заряженному электроскопу тела с противоположным зарядом приводит к уменьшению угла расхождения листочков, что позволяет определить полярность заряда исследуемого объекта.

Первый электроскоп, прибор для обнаружения электрического заряда, был создан У. Гильбертом около 1600 г. В 1754 г. Дж. Кантон разработал улучшенную версию с шариком. Принцип действия электроскопа основан на расхождении листочков при электризации. Несмотря на наличие шкалы, позволявшей оценивать «электрическую силу», физическая природа измеряемой величины оставалась неясной. Понимание того, что именно измеряет электроскоп, пришло значительно позже [1].

Устройство, разработанное Георгом Вильгельмом Рихманом в 1745 г., является историческим предшественником электроскопа. Рихман и Ломоносов, проводя экспериментальные исследования, установили электрическую природу атмосферных разрядов и сформулировали теорию грозового электричества.

Георг Рихман был пионером в изучении атмосферного электричества. В 1752–1753 гг. он систематически проводил эксперименты в своей домашней лаборатории и публиковал результаты в «Петербургских ведомостях». Его экспериментальная установка включала в себя железный шест, установленный на крыше дома, и проволоку, ведущую в квартиру, где находился измерительный прибор. Этот прибор, состоящий из квадранта и шелковой нити, позволял Рихману количественно оценивать атмосферное электричество. Он постоянно работал над улучшением своей методики, в том числе путем интеграции лейденской банки в свою систему.

Для измерения электрического потенциала использовался электростатический прибор. Он состоял из вертикальной металлической рейки (высотой 520 мм), соединенной с электростатической машиной. К рейке была подвешена льняная нить (длиной 450 мм и весом 31 мг). При электризации рейки нить отклонялась и угол отклонения, пропорциональный потенциалу, определялся по шкале.

«Указатель электричества», изобретенный Рихманом, стал первым в истории электрометром и прототипом электростатических вольтметров. Конструкция прибора включала все ключевые элементы, характерные для современных электроизмерительных устройств: взаимодействие подвижной и неподвижной частей, формирующее вращающий момент, наличие противодействующего момента, а также шкалу со стрелкой. Рихман уделял особое внимание калибровке прибора, обеспечивая стабильность его работы за счет контроля параметров нити.

До работ Рихмана в экспериментах с электричеством отсутствовали количественные методы. Фактически, электрические величины не измерялись, что делало невозможным выявление каких-либо закономерностей, выраженных в числах. Рихман в своей обширной статье на латыни «Новые данные о возбуждении в телах электричества» (1745–1746) заложил основы для систематического изучения электричества, обратив внимание как на способы создания электрического заряда, так и на методы его измерения. Сначала он использовал стеклянные трубки, а затем усовершенствовал электрическую машину Гравезанда с вращающимся стеклянным шаром.

Ключевым нововведением Рихмана стало изобретение «указателя электричества» – прибора для определения электрической силы. Его экспериментальная установка включала электростатическую машину, электрометр собственной конструкции, весы для измерения «электрической силы» и устройство с электрическим звонком для определения «интенсивности электрической силы».

Трагическая гибель Рихмана в 1753 г. от удара шаровой молнии во время изучения атмосферного электричества с помощью незаземленного «электрического указателя» вызвала широкий общественный резонанс, что привело к временному запрету исследований электричества в России.

В начале 1900-х гг., используя атмосферные зонды, ученые смогли измерить электрическое поле, окружающее Землю. Было установлено, что у поверхности планеты напряженность этого поля составляет примерно 100 вольт на метр, что эквивалентно общему заряду в 400 000 кулон. Ионы, достигающие максимальной концентрации на высоте около 50 километров, являются основными носителями электрического заряда в атмосфере. Таким образом, электрическое поле Земли можно представить как поле сферического конденсатора, заряженного до напряжения около 400 киловольт.

*Хотя электрическая природа молнии хорошо изучена, механизмы генерации электричества внутри грозовых облаков и характеристики самих разрядов молний остаются предметом дальнейших исследований.* Например, сила тока в молнии, ударяющей в Землю, может достигать 200 килоампер, а напряжение – десятков миллионов вольт. Процессы, приводящие к формированию грозовых облаков, до сих пор не полностью поняты.

В заключение хочется сказать, что искровой разряд, или электрическая искра, представляет собой совокупность плазменных каналов,

формирующих разветвленную структуру, визуально воспринимаемую как яркие, нитевидные полосы.

Природным аналогом искрового разряда является молния. Использование энергии молнии относится к области альтернативной энергетики, использующей возобновляемые ресурсы. Молния представляет собой масштабный атмосферный электрический разряд, сопровождающийся световым (вспышка) и звуковым (гром) явлениями и, как правило, возникающий в условиях грозовой активности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.

УДК 537.12

**Минич А. Д., Вайтехович В. В.**, студенты 2-го, 3-го курса мелиоративно-строительного факультета

**Федотова Д. А., Авсиевич М. В.**, студенты 2-го, 3-го курса факультета биотехнологии и аквакультуры

#### **ОПЫТ РОБЕРТА МИЛЛИКЕНА И ЗАРЯД ЭЛЕКТРОНА**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, элементарные частицы, элементарный заряд, экспериментальная установка, капля, скорость падения, дискретность.

**Аннотация.** В статье описано научное открытие Роберта Милликена, которому в 1910 г. удалось определить, что заряд любой капельки всегда был целым кратным фундаментальной величине  $e$  (заряд электрона). Это было убедительным доказательством того, что электроны представляли собой фундаментальные частицы с одинаковыми зарядом и массой. Небольшие, электрически заряженные капли масла были подвешены между двумя металлическими пластинами, где они подвергались воздействию направленной вниз силы тяжести и направленного вверх притяжения электрического поля. Эксперимент с каплей масла позволил Милликену определить заряд электрона, позднее он использовал эти данные для определения массы электрона.

**Keywords:** physics, elementary particles, elementary charge, experimental setup, drop, rate of fall, discreteness.

**Summary.** The article describes the scientific discovery of Robert Milliken, who in 1910 was able to determine that the charge of any droplet was always an integer multiple of the fundamental value  $e$  (electron charge). This was convincing evidence that electrons were fundamental particles with the same charge and mass. Small electrically charged oil droplets were suspended between two metal plates, where they were exposed to downward gravity and upward attraction of an electric field. The oil drop experiment allowed Milliken to determine the charge of an electron, and he later used this data to determine the mass of an electron.

Анализ литературы показал, что фундаментальное открытие в физике элементарных частиц – квантование электрического заряда – гласит, что все известные элементарные частицы обладают либо нулевым электрическим зарядом (нейтральные частицы), либо зарядом, который является целым кратным заряду электрона. Эта простая, но невероятно значимая истина была подтверждена благодаря блестящим экспериментам Роберта Милликена, проведенным в начале XX в. [1–5].

Его работа, начатая в 1909 г. и усовершенствованная к 1913 г., стала краеугольным камнем современной физики. Милликен использовал изящный, но сложный в реализации экспериментальный метод. Суть его заключалась в наблюдении за движением мельчайших заряженных капель жидкости в электрическом поле. Он распылял в специально сконструированной камере капли различных веществ: масла (диэлектрика), глицерина (полупроводника) и даже ртути (проводника).

Выбор различных веществ был не случаен: он позволил Милликену убедиться в универсальности своего открытия независимо от физических свойств вещества.

Каждая капля, приобретая случайный заряд в процессе распыления, подвергалась воздействию гравитации и электрического поля, что позволяло с высокой точностью измерять ее скорость падения и, следовательно, вычислять величину ее электрического заряда.

Ключевым моментом эксперимента Милликена является тот факт, что каждая капля несла на себе неопределенное, заранее неизвестное количество элементарных зарядов. Он не мог предсказать, сколько электронов «прилипнут» к каждой отдельной капле.

Измеряя электрический заряд ( $q$ ) множества капель, Милликен обнаружил, что полученные значения были кратны одной и той же фундаментальной величине. Это свидетельствовало о существовании элементарного заряда ( $e$ ), который являлся наибольшим общим делителем всех измеренных значений зарядов.

Другими словами, заряд любой капли мог быть представлен как целое число ( $n$ ) умноженное на элементарный заряд:

$$q = n \cdot e,$$

где  $n = 1, 2, 3$  и так далее.

Это математически подтверждало дискретность, квантованность электрического заряда.

В 1913 г., после обработки огромного количества данных, полученных в результате многочисленных экспериментов, Милликен объявил о своем результате: значение элементарного заряда ( $e$ ) составило  $4,774 \times 10^{-10}$  ед. заряда СГСЕ (сантиметр-грамм-секунда – устаревшая система единиц).

Несмотря на то, что современные измерения дают более точное значение, работа Милликена имела огромное значение, установив фундаментальную константу современной физики – заряд электрона с высокой точностью для своего времени.

Независимое подтверждение результатов Милликена было получено Абрамом Федоровичем Иоффе, учеником Вильгельма Рентгена, в Санкт-Петербургском политехническом институте в том же 1913 г.

Иоффе использовал похожую экспериментальную установку, но вместо масляных капель он применял мельчайшие частицы цинка, а вместо рентгеновского аппарата использовал ультрафиолетовый источник света, выбивающий электроны из цинка за счет фотоэффекта.

Подобный подход, основанный на совершенно ином принципе, подтвердил результаты Роберта Милликена и укрепил доказательство квантования электрического заряда.

Эксперименты Милликена и Иоффе не только определили значение заряда электрона, но и положили начало новой эры в понимании строения материи. Они демонстрировали глубокую связь между макроскопическим миром, наблюдаемым нами непосредственно, и микроскопическим миром элементарных частиц, открывая путь к дальнейшему развитию квантовой физики. Их работа стала классическим примером того, как изысканные эксперименты могут раскрыть фундаментальные законы природы.

Точность и тщательность Роберта Милликена, а также независимое подтверждение Иоффе, являются ярким примером научной строгости и важности взаимопроверки результатов в научном сообществе.

*Суммируя все вышесказанное, хочется отметить:*

1. В чем заключается опыт Милликена? Его эксперимент состоял в измерении двух величин: полного заряда облака водяного пара, образовавшегося при расширении ионизированного газа, и количества капель в облаке. Основная гипотеза состояла в том, что каждая капля конденсируется на одном ионе.

2. Как можно в опыте Милликена определить элементарный заряд? Элементарный заряд определяется по скорости капли в направлении силы тяжести и в противоположном направлении. Определение электрического заряда, переносимого частицей, при измерении силы, действующей на частицу в электрическом поле известной силы.

3. Каким образом эксперимент Милликена с каплей масла подтверждает квантование заряда? Измеряя скорость капли масла при различных условиях, можно определить величину заряда на капле. Если заряд на капле является целым кратным фундаментальной единице заряда (электрона), то можно будет подтвердить квантование заряда.

4. Достижения Роберта Милликена заключались в разработке и настройке экспериментов, которые однозначно подтвердили важнейшие научные теории его времени, обеспечив выводы для атомной теории. Его эксперимент с каплей масла подтвердил существование электрона и точно определил его заряд.

5. Эксперименты Роберта Милликена с каплями масла справедливо считаются крупным вкладом в физику двадцатого века. Они установили квантование электрического заряда, существование фундаментальной единицы заряда, а также точно измерили эту единицу заряда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буш, К. Неслучайная случайность. Как управлять удачей и что такое серендипность / К. Буш. – М.: ООО «Альпина Паблишер», 2022.
2. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики / Я. Г. Дорфман. – М.: Изд-во ЛКИ, 2011.
3. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
4. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.
5. Смык, А. Ф. Выдающиеся открытия в исследованиях постоянного тока (к 260-летию со дня рождения академика Василия Владимировича Петрова) / А. Ф. Смык, Л. В. Спиридонова // История науки и техники. – 2022. – № 1. – С. 3–11.

УДК 53(09)

**Пахомов А. В.**, студент 1-го курса

факультета механизации сельского хозяйства

**МАЙКЛ ФАРАДЕЙ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОТКРЫТИЯ**

*Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель*

*кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Майкл Фарадей, явление электромагнитной ин-

магнитной цепи. Эта проблема послужила поводом для многих экспериментов в первой трети 1800-х гг. Майклу Фарадею оставалось решить эту проблему.

Майкл Фарадей родился 22 сентября 1791 г. в Лондоне, в семье с самым скромным достатком и без формального образования, начал свою карьеру в Королевском институте в Лондоне, работая лаборантом у Хамфри Дэви – выдающегося химика и специалиста в области электротехники. Благодаря наставничеству Дэви, Фарадей встретился с ведущими учеными Англии и Европы, такими как Ампер, граф Румфорд и Вольта. В стенах Королевского института Фарадей проводил эксперименты, исследуя химию и электричество. Череда лекций и демонстраций перед уважаемой аудиторией, включая членов королевской семьи, дала возможность стремительно развивающемуся научному сообществу познакомиться с трудами этих выдающихся экспериментаторов.

Электрические эксперименты Фарадея начали привлекать внимание в 1821 г., когда он продемонстрировал электромагнитное вращение, при котором электрический ток заставлял магнит поворачиваться вблизи провода, по которому течет ток, или провод, по которому течет ток, поворачивается вблизи неподвижного магнита. Затем ему удалось заставить двигаться точно сбалансированный провод, по которому течет ток, в результате того что он находился только в магнитном поле Земли.

В течение последующих 10 лет Фарадей занимался проблемой преобразования магнитного поля в какую-либо форму электрического взаимодействия. Он интенсивно изучал достижения других экспериментаторов и, в частности, явление электростатической индукции. Четыре раза за эти 10 лет Фарадей обращался к конкретному исследованию магнитоэлектрической генерации, но безрезультатно. Летом 1831 г. он предпринял пятую попытку решить проблему. Он взял кольцо из мягкого железа диаметром около 6 дюймов и намотал моток медной проволоки на одну сторону кольца, а вторую – на другую. Затем он поместил магнитную стрелку на небольшом расстоянии от кольца и подсоединил ее к первой катушке; ко второй катушке была подсоединена батарейка. В момент подсоединения магнитная стрелка двигалась и останавливалась; когда соединение прерывалось, движение повторялось в обратном направлении. Он проверил истинную магнитную природу генерируемого тока, заменив железное кольцо медным, и заметил небольшое движение. Затем Фарадей намотал катушку

из 220 футов проволоки на соленоид и подсоединил ее концы к гальванометру. Когда он вставлял цилиндрический стержневой магнит в катушку, игла двигалась; когда он вытаскивал ее, она двигалась в противоположном направлении. Таким образом, он пришел к выводу, что именно относительное движение магнита и катушки вызывает возникновение электрического тока.

Он посвятил 10 дней интенсивным экспериментам, чтобы проверить природу получаемого таким образом электричества, и, наконец, в конце ноября объявил о своем самом важном открытии перед Королевским обществом. Электричество, наконец, было получено с помощью магнетизма. Это открытие было оформлено в виде статьи для публикации под названием «Экспериментальные исследования в области электричества» и стало первой из серии 29 работ, которые продолжались до 1852 г. и в которых рассказывалось о большом вкладе Фарадея в науку, которую он помог создать.



Рис. 2. Трансформатор Фарадея

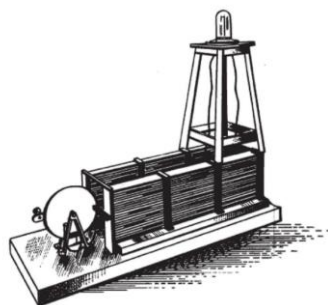


Рис. 3. Генератор Фарадея

После крупного вклада Фарадея были открыты самоиндуцированные токи, полярность в диамагнитных телах, магнитные силовые линии и поля, а также использование индуцированного тока в качестве меры напряженности поля. В своей более ранней работе, посвященной химии, он открыл закон электрохимического разложения (закон электролиза), электрохимическую проводимость. Своими открытиями Фарадей создал словарь новых электрических и магнитных терминов, которые стали языком науки. Его работа привела к изучению диэлектриков. Путь от изобретения электрического генератора (рис. 3) с помощью индукционного процесса (который представляет собой практическую форму современных электрических генераторов) до его прак-

тического применения в промышленности был нелегким. Устройства для использования этого электричества еще предстояло изобрести. Электрическое освещение, электродвигатели, металлургическое, тепловое или химическое использование электричества – эти и подобные им устройства ожидали изобретательского гения более поздних исследователей. Помимо применения в телеграфии, ток от электрического генератора был применен для освещения маяков только в 1860 г., что обеспечило первое массовое применение нового явления.

После объявления о его открытии способа получения электроэнергии с помощью электромагнитной индукции в докладе, зачитанном перед Королевским обществом 24 ноября 1831 г., и в письме к своему другу Ричарду Филлипсу, написанном из Брайтона 25 ноября, ученые немедленно осознали важность этого открытия. Фарадей был удостоен более сотни академических и научных наград, в том числе единственной, к которой он активно стремился, – членства в Королевском обществе. В январе 1824 г. Фарадей в возрасте 32 лет стал членом Королевского общества при поддержке Филлипса. В 1825 г. он был назначен директором лаборатории Королевского института, а спустя 8 лет стал пожизненным профессором химии. Хотя он не был обязан читать лекции, его лекции там стали чрезвычайно популярными. Он проработал в этом учреждении 54 года и умер в 1867 г.

За 54 плодотворных года, проведенных Фарадеем в качестве экспериментатора и лектора в Королевском институте, Фарадей опубликовал 158 статей по химии и электричеству. Наиболее важной из них была серия «Экспериментальные исследования в области электричества», которая выходила в свет более 20 лет. В январе 1832 г. была опубликована первая из этих работ, и в том же году Оксфорд присвоил Фарадею почетную докторскую степень. Международный электротехнический конгресс, собравшийся в Париже в 1891 г., проголосовал за то, чтобы назвать электрическую единицу измерения емкости «Фарадой» в честь человека, внесшего большой вклад в науку об электричестве. Помимо единицы емкости, в честь Фарадея названы: диск Фарадея, эффект Фарадея, закон электромагнитной индукции, постоянная Фарадея, клетка Фарадея, законы электролиза, цилиндр Фарадея, премия Майкла Фарадея, астероид 37582, лунный кратер, корпус Лондонского института электротехники, одно из зданий Эдинбургского университета, ряд школ, гимназий и колледжей.

Майкл Фарадей навсегда останется в истории как выдающийся британский физик и химик, сделавший величайшее открытие электро-

магнитной индукции, ставшей фундаментом для промышленного производства электричества. Его биография имеет не только научное, но и глубокое моральное значение, показывая пример жизни человека, полностью преданного науке. Фарадей был настолько бескорыстен, что отказывался от заслуженных наград и почестей. Знакомство с таким выдающимся ученым и его подходом к науке особенно актуально сегодня, в эпоху, когда материальные интересы нередко затмевают стремление к чистому познанию.

Открытие явления электромагнитной индукции стало основой современной электротехники, дав мощный толчок развитию науки и технологий. Это наглядный пример того, как одно фундаментальное открытие может кардинально изменить мир.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, Я. В. Майкл Фарадей. Его жизнь и научная деятельность: библиографический очерк / Я. В. Абрамов. – М.: Книга, 2011. – (Жизнь замечательных людей. Биограф. библиотека Ф. Павленкова).

2. Michael Faraday // famousscienists.org. Электронное издание «Известные учёные», 2014. Ноябрь. – URL: <http://www.famousscienists.org/michael-faraday> (дата обращения: 20.03.2025).

3. Walter Jerrold. Michael Faraday. Man of Science// Project Gutenberg. – Published September 3rd 2014. – URL: <http://www.gutenberg.org/files/46763/46763-h/46763-h.htm> (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 004.9:378

**Полещук Д. С., Фокина Е. А.**, студенты 1-го курса  
землеустроительного факультета

### **ВЫДАЮЩИЕСЯ ОТКРЫТИЯ В ФИЗИКЕ XX ВЕКА**

*Научный руководитель – Масич В. В., д-р пед. наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, история физики, квантовая механика, ядерная физика.

**Аннотация.** В статье показаны значительные открытия в физике XX в., которые изменили наше понимание природы и привели к революционным изменениям в науке и технологии. Возникли теории, которые основаны на квантомеханических эффектах, где энергия носителей заряда изменяется порциями, что позволяет им двигаться без потерь энергии и обеспечивать ток без сопротивления.

**Keywords:** physics, history of physics, quantum mechanics, nuclear physics.

**Summary.** The article shows significant discoveries in physics of the 20th century that changed our understanding of nature and led to revolutionary changes in science and technology. There are also theories that are based on quantum mechanical effects, where the energy of charge carriers varies in portions, which allows them to move without energy loss and provide current without resistance.

XX в. стал эпохой значительных открытий в физике, изменивших наше понимание природы и приведших к революционным изменениям в науке и технологии. Квантовая механика, развиваемая Максом Планком и Нильсом Бором, описывает поведение частиц на атомном уровне, вводя концепции квантования энергии и принципа неопределенности. Эти идеи стали основой для лазеров и квантовых компьютеров. Классическая механика Ньютона не могла объяснить многие явления, такие как стабильность электронов вокруг ядра, что и привело к разработке квантовой механики как более подходящей теории для описания этих процессов.

Зарождение квантовой теории произошло в 1900 г., когда Макс Планк выступил на заседании немецкого физического общества. Он сообщил, что излучение атомов дискретно, а наименьшая порция энергии этого излучения может быть рассчитана по формуле

$$\varepsilon = h\nu ,$$

где  $\varepsilon$  – наименьшая порция энергии излучения атома;

$h$  – постоянная Планка;

$\nu$  – частота.

Альберт Эйнштейн ввел понятие «квант света» для объяснения фотоэффекта, а Нильс Бор постулировал стационарные энергетические уровни атома. Луи де Бройль развил идею корпускулярно-волнового дуализма, а Шредингер и Гейзенберг внесли свой вклад в квантовую механику, которая была впервые формализована в 1925 г. Эта теория продолжает развиваться, но не может объяснить все вопросы. Возможно, на смену ей придет более совершенная теория.

Классическая механика является частным случаем квантовой механики, действующей в привычном макромире, где законы движения ясны и предсказуемы. В отличие от этого, квантовая механика основывается на вероятностных результатах измерений. Например, пока мо-

нета крутится, она не имеет определенного состояния (орел или решка), а лишь вероятность оказаться в одном из них.

Эрвин Шредингер, подвергнувшись критике на семинаре в 1926 г., разработал волновое уравнение для описания частиц в квантовой механике и добился значительных успехов.

Уравнение Шредингера (основное уравнение квантовой механики) имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) = 0$$

где  $x$  – расстояние или координата частицы;

$m$  – масса частицы;

$E$  и  $U$  – соответственно ее полная и потенциальная энергии.

Решение этого уравнения – волновая функция ( $\psi$ ).

Данный вид уравнения – одномерное стационарное уравнение Шредингера – самый простой.

*Волновая функция – ключевое понятие в квантовой механике, описывающее состояние квантовой системы. Например, в одномерном стационарном уравнении Шредингера волновая функция определяет вероятность нахождения частицы в определенной точке пространства. Шредингер показал, что вероятность может быть описана волновым уравнением.*

*В макромире измерения, такие как расстояние или скорость, кажутся простыми и точными. Однако в мире элементарных частиц ситуация иная: у нас нет инструментов, способных точно измерить искомые величины, поскольку измерительный инструмент взаимодействует с объектом. Это приводит к принципиальной невозможности учесть все факторы, влияющие на частицу, и к изменению состояния системы при измерении, что лежит в основе принципа неопределенности Гейзенберга. Простой пример: если мы хотим узнать скорость и координату частицы, это невозможно сделать одновременно с высокой точностью.*

*В данном контексте принцип неопределенности Гейзенберга гласит: невозможно одновременно точно измерить положение и скорость частицы. Математически это записывается так:*

$$\Delta x * \Delta v > \frac{h}{m}$$

где  $\Delta x$  – погрешность определения координаты;

$\Delta v$  – погрешность определения скорости.

Подчеркнем: данный принцип говорит о том, что, чем точнее мы определим координату, тем менее точно будем знать скорость. А если определим скорость, не будем иметь ни малейшего понятия о том, где находится частица.

Теорию относительности предложил Альберт Эйнштейн в 1905 г. Она подразумевает, что законы физики одинаковы для всех наблюдателей, а скорость света предельна ( $E = mc^2$ ). В 1915 г. он описал гравитацию как искривление пространства-времени.

Открытия в области ядерных реакций, такие как деление атомного ядра, привели к созданию ядерной энергетики и оружия. Исследования термоядерного синтеза открыли новые горизонты для получения энергии.

Ядерную реакцию впервые наблюдал Резерфорд в 1919 г. Он проводил опыты, бомбардируя  $\alpha$ -частицами ядра атомов азота. Резерфорд зафиксировал появление вторичных ионизирующих частиц, которые он идентифицировал как протоны. Позже этот процесс был запечатлен с помощью камеры Вильсона.

Под ядерной реакцией понимается процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, который может сопровождаться изменением состава и строения ядра. Вследствие этого взаимодействия ядро может делиться, испуская при этом элементарные частицы, например фотоны. Кинетическая энергия образованных частиц может быть намного выше первоначальной, что говорит о выделении энергии ядерной реакцией.

При ядерных реакциях выполняется ряд законов сохранения: энергии, импульса, заряда, момента импульса. Помимо них, выполняется закон сохранения барионного заряда.

Еще одним важным открытием в физике было открытие Эдвином Хабблом расширение Вселенной, что стало основой теории Большого взрыва. Эта теория, известная даже тем, кто не увлекается астрономией, объясняет происхождение Вселенной из плотного состояния в то, что мы наблюдаем сегодня. Теория Большого взрыва считается авторитетной космологической моделью, описывающей ранние стадии развития Вселенной и утверждающей, что у нее есть начало.

Открытая Хейке Камерлинг-Оннесом в 1911 г. сверхпроводимость стала основой для магнитных левитирующих поездов.

Зависимость электрического сопротивления от температуры была замечена в XIX в. С понижением температуры уменьшается тепловое движение атомов кристаллической решетки проводника, что облегчает

движение свободных электронов и снижает сопротивление. Однако эта зависимость линейна только при умеренных температурах.

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t).$$

При низких температурах вероятность столкновения электронов с ядрами атомов и их более тесное связывание с ядрами уменьшают концентрацию свободных электронов, что может увеличить сопротивление (рис. 1). Определить, какой процесс преобладает при низких температурах, можно было только экспериментально.

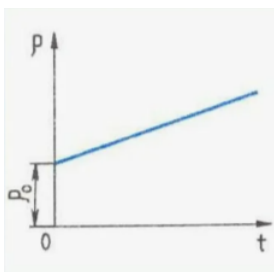


Рис. 1. Зависимость сопротивления проводника от температуры

В начале XX в. голландский физик Х. Каммерлинг-Оннес провел эксперименты в своей криогенной лаборатории, достигнув температур около 1К ( $-272\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Он обнаружил, что электрическое сопротивление различных образцов плавно падает с понижением температуры, но это падение нелинейно и зависит от химической чистоты материалов. 8 апреля 1911 г. было установлено, что электрическое сопротивление ртутного проводника при 3К не регистрируется приборами, фактически уменьшаясь до нуля (рис. 2).

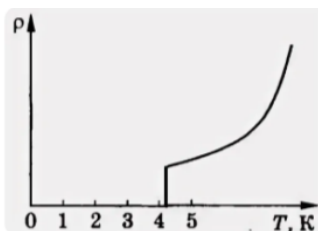


Рис. 2. График сверхпроводимости ртути

В дальнейшем были обнаружены и другие материалы, также резко уменьшавшие электрическое сопротивление при сверхнизких температурах.

В настоящее время сверхпроводимость находит применение в ряде областей, где требуется иметь большие значения токов при малых потерях. Например, все современные медицинские МРТ-томографы имеют в основе сверхпроводящие магниты.

Явление сверхпроводимости не могло быть объяснено существующими теориями в начале XX в. Первое удовлетворительное теоретическое объяснение было предложено в 1935 г. физиками Ф. и Х. Лондонами, а более общая теория была разработана Л. Ландау и В. Гинзбургом в 1950 г. Позже она была уточнена Д. Бардиным, Л. Купером и Д. Шриффером (теория БКШ) и стала основной.

Все эти теории основаны на квантомеханических эффектах, где энергия носителей заряда изменяется порциями, что позволяет им двигаться без потерь энергии и обеспечивать ток без сопротивления.

В конце XX в. начались активные исследования на наноуровне, что привело к созданию новых материалов и технологий, углубивших понимание физики и открывших множество практических приложений, изменивших повседневную жизнь и технологии. XX в. стал временем значительных достижений в физике, заложившим основы для будущих исследований.

Таким образом в XX в. физика переживала революционные изменения. Квантовая механика заложила основу для новых технологий, таких как лазеры и квантовые компьютеры, описывая поведение микрочастиц и вводя принципы квантования и неопределенности. Основные достижения включают уравнение Шредингера и работы ученых, включая Планка, Эйнштейна, Бора, де Бройля и Гейзенберга. Теория относительности Эйнштейна изменила представления о пространстве и времени. Ядерные реакции Резерфорда способствовали развитию ядерной энергетики и оружия. Несмотря на успехи, многие вопросы остаются открытыми, и квантовая механика продолжает развиваться.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург, И. Ф. Основы квантовой механики (нерелятивистская теория) / И. Ф. Гинзбург. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018. – 494 с.
2. Лобов, Н. И. Общая теория относительности: учеб.-метод. пособие / Н. И. Лобов, Д. В. Любимов. – 2-е изд., стереотип. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2012. – 127 с.
3. Кислов, А. Н. Атомная и ядерная физика: учеб. пособие / А. Н. Кислов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 271 с.

4. Большая Российская энциклопедия. Теория Большого взрыва (bigenc.ru). – URL: <https://bigenc.ru/c/teoriia-bol-shogo-vzryva-217844> (дата обращения: 09.04.2025).

5. Большая Российская энциклопедия. Теория сверхпроводимости (bigenc.ru). – URL: <https://bigenc.ru/s?q=теория+сверхпроводимости> (дата обращения: 09.04.2025).

6. Большая Российская энциклопедия. История физики (bigenc.ru). – URL: <https://bigenc.ru/s?q=история+физики> (дата обращения: 09.04.2025).

УДК 004.9:378

**Полещук Д. С., Фокина Е. А.**, студенты 1-го курса

землеустроительного факультета

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ «ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ»**

*Научный руководитель – Масич В. В., д-р пед. наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, общая теория относительности.

**Анотация.** В статье показано, как создавалась и развивалась общая теория относительности, которая объединяет современное учение о пространстве и времени. По масштабу переворота, совершенного Эйнштейном в физике, его открытие часто сравнивают с открытиями Ньютона.

**Keywords:** physics, general theory of relativity.

**Summary.** The article shows how the general theory of relativity was created and developed, which unites the modern doctrine of space and time. In terms of the scale of Einstein's revolution in physics, he is often compared to Newton.

До начала XX в. физика основывалась на законах Ньютона, описывающих движение тел. Однако с развитием электромагнетизма и наблюдениями света возникли вопросы о применимости этих законов к свету и движущимся объектам. Уравнения Максвелла, сформулированные в 1860-х гг., предсказывали, что свет – это электромагнитная волна, но не согласовывались с классической механикой.

В 1905 г. Эйнштейн опубликовал статью о специальной теории относительности, предложив два постулата: законы физики одинаковы для всех наблюдателей, и скорость света в вакууме одинакова для всех. Эта теория привела к уравнению  $E = mc^2$  и понятию замедления времени и сокращения длины для быстро движущихся объектов.

В течение 10 лет Эйнштейн работал над общей теорией относительности, представленной в 1915 г., которая описывает гравитацию

как искривление пространства-времени массой. Первые подтверждения этой теории были получены в 1919 г. во время солнечного затмения, когда было обнаружено искривление света звезд вблизи Солнца.

После этого Эйнштейн стал всемирно известным ученым, а его работы оказали значительное влияние на физику и философию науки.

Идеи специальной теории относительности перевернули физику, так как показали, что время и пространство относительны и могут изменяться в зависимости от скорости движения наблюдателя. В результате возникли такие необычные, но доказанные феномены, как *замедление времени* и *сокращение длины* для движущихся объектов.

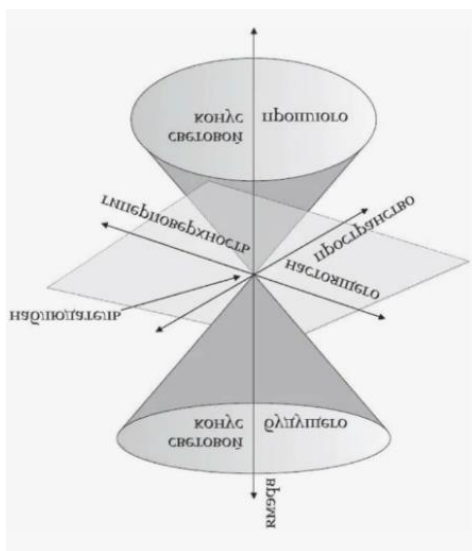


Рис. 1. Световой конус

На основе этих постулатов Эйнштейн вывел ряд следствий, которые сильно отличаются от представлений классической механики.

Замедление времени: в движущейся системе отсчета время замедляется по сравнению с системой отсчета, относительно которой этот объект покоится. Этот эффект можно описать формулой:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где  $t$  – время в покоящейся системе отсчета;

$t'$  – в движущейся системе;

$v$  – скорость движения системы;

$c$  – скорость света.

Это явление подтверждено экспериментально, например, при изучении частиц, движущихся с околосветовой скоростью в ускорителях, их «жизнь» продлевается.

Доказать это явление можно также с помощью опыта «Световые часы». Это мысленный эксперимент с лучом света, движущимся между двумя зеркалами. Там можно увидеть, как с точки зрения внешнего наблюдателя время замедляется, если часы движутся.

Сокращение длины: объекты, движущиеся относительно наблюдателя, кажутся короче в направлении движения (рис. 2). Формула сокращения длины выглядит так:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

где  $L_0$  – длина объекта в покоящейся системе отсчета;

$L$  – длина в движущейся системе.

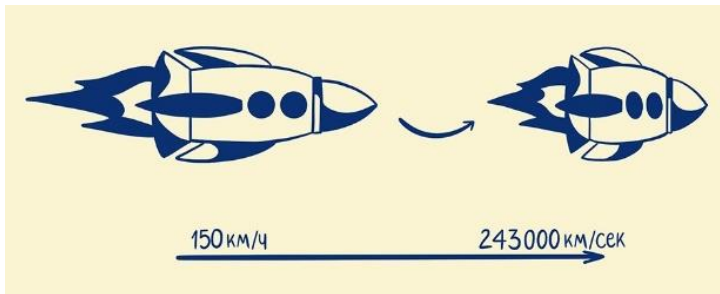


Рис. 2. Наглядное сокращение длины объектов

Этот эффект также подтвержден в экспериментах, например, при наблюдении быстрых частиц.

1. Относительность одновременности: события, которые кажутся одновременными для одного наблюдателя, могут не быть таковыми для другого, если он движется относительно первого. Это сложно представить, но этот эффект доказан и объясняет многие явления в астрофизике.

2. Эквивалентность массы и энергии: знаменитое уравнение  $E = mc^2$  следует из СТО и утверждает, что масса объекта связана с его энергией. Даже при покое объект обладает «энергией покоя». Это открытие привело к появлению атомной энергии и понятию аннигиляции частиц.

3. Теория относительности, состоящая из специальной и общей теории, остается одной из основополагающих в физике, влияя на наше понимание пространства, времени и гравитации. Общая теория легла в основу современных космологических моделей и помогает объяснить такие явления, как расширение Вселенной, темная материя и темная энергия. Наблюдения, например космический микроволновой фон, подтверждают ее предсказания.

Современные исследования черных дыр также основаны на общей теории относительности. В 2019 г. был получен первый снимок черной дыры в галактике M87, что подтвердило предсказания теории. Исследования черных дыр порождают новые дискуссии о сингулярностях и информации.

Одной из главных задач физики является объединение общей теории с квантовой механикой. Исследования в области квантовой гравитации, такие как теория струн, пытаются объяснить гравитацию на квантовом уровне.

Современные эксперименты продолжают проверять предсказания теории относительности. Например, точные измерения времени с помощью атомных часов исследуют эффекты гравитации и движения, подтверждая предсказания Эйнштейна. Теория относительности также имеет практическое применение в технологиях, таких как GPS, где учитываются ее эффекты для точности навигации.

Теория, которая не подтверждается на практике, вызывает сомнения, поэтому новая общая теория относительности (ОТО) должна была подтвердить себя на практике. Первым успехом стало объяснение дополнительной скорости перигелия Меркурия, открытой в 1859 г., которая составляла около 43 в столетие и была вызвана искривлением пространства под воздействием гравитации Солнца.

Широкое признание ОТО также связано с экспериментами по измерению отклонения света, проходящего рядом с Солнцем. Первая немецкая экспедиция для проверки этого эффекта была направлена в 1914 г., но из-за войны не смогла провести наблюдения. Затмение 29 мая 1919 г. стало удачным случаем для наблюдений. Под руководством А. Эддингтона были организованы две экспедиции: одна в Бразилию, другая на остров Принсипи у африканского побережья. Резуль-

таты подтвердили отклонение света вблизи Солнца, соответствующее предсказаниям Эйнштейна.

В 1922 г. новые измерения также подтвердили этот эффект. Другим результатом теории Эйнштейна стало красное смещение в спектрах небесных тел, которое было подтверждено наблюдениями спектров Солнца и спутника Сириуса в 1923–1926 гг.

Во второй половине XX в. были проведены новые эксперименты для расширения базы ОТО: проверялась эквивалентность инертной и гравитационной масс, уточнялось движение перигелия Меркурия, измерялось гравитационное отклонение радиоволн Солнцем и оценивалось влияние гравитационного поля на радиосвязь с космическими кораблями. Все эти эксперименты подтвердили предсказания ОТО.

ОТО сыграла важную роль в физике XX в. Во-первых, она представляет собой новую теорию тяготения, хотя и не завершена и имеет недостатки. Гравитация как вид энергии является собственным источником энергии, что делает уравнения теории нелинейными и затрудняет решение сложных задач. Ученые до сих пор пытаются разобраться в ее смысле.

Во-вторых, на основе ОТО были развиты два ключевых направления современной физики: геометризованные единые теории поля и релятивистская космология.

Успешная геометризация гравитации заставила многих физиков задуматься над вопросом о сущности физики в ее отношении с геометрией. Здесь сложились две противоположные точки зрения:

1) поля и частицы непосредственно не определяют характер пространственно-временного континуума. Он сам служит лишь ареной проявления. Поля и частицы чужды геометрии мира и их надо добавить к геометрии, чтобы вообще можно было говорить о какой-либо физике;

2) в мире нет ничего, кроме пустого искривленного пространства. Материя, заряд, электромагнетизм и другие поля являются лишь проявлением искривленного пространства. Физика есть геометрия.

ОТО оказалась переходной теорией между первым и вторым подходами. В ОТО представлен смешанный тип описания реальности: гравитация в ней геометризована, а частицы и поля, отличные от гравитации, добавляются к геометрии.

Многие ученые (в том числе и сам Эйнштейн) предпринимали попытки объединить электромагнитное и гравитационное поля в рамках достаточно общего геометрического формализма на базе ОТО. С открытием разнообразных элементарных частиц и соответствующих им

полей естественно встала проблема включения и их в рамки подобной единой теории. Это положило начало длительному процессу поисков геометризированной единой теории поля, которая, по замыслу, должна реализовать второй подход – сведение физики к геометрии, создание геометридинамики.

Анализ показывает, что там, где проявляются изменения топологической структуры мира, топологии пространственно-временного континуума, там фиксируется кажущееся изменение фундаментальных законов природы. Так, происходит кажущееся нарушение причинности, когда при падении в «черную дыру» исчезают элементарные частицы. Поэтому изучение пространства и поиск единой теории поля имеет глобальное значение.

В повседневной жизни человек сталкивается с множеством сил, таких как ветер, давление воздуха, мускульная сила, вес предметов, притяжение электрических зарядов и сейсмические волны. Некоторые силы действуют при контакте, другие, как гравитация, – на расстоянии. Несмотря на разнообразие, все силы природы можно свести к четырем фундаментальным взаимодействиям, которые отвечают за изменения в мире и материальные преобразования. Каждое из этих взаимодействий имеет сходства и отличия от остальных, и изучение их свойств является главной задачей современной физики.

Теория относительности остается важной областью исследований, углубляя понимание фундаментальных законов природы и открывая новые горизонты для научных открытий и технологий. Современные исследования продолжают подтверждать идеи Эйнштейна, что делает эту теорию одной из самых значительных в истории науки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Постулаты специальной теории относительности // Онлайн школа Skysmart. – URL: <https://skysmart.ru/articles/physics/postulaty-specialnoj-teorii-otnositelnosti> (дата обращения: 01.04.2025).
2. Большая Российская энциклопедия. История физики (bigenc.ru). – URL: <https://bigenc.ru/s?q=история+физики> (дата обращения: 01.04.2025).
3. Большая Российская энциклопедия. История физики (bigenc.ru). – URL: <https://bigenc.ru/c/spetsial-naia-teoriia-otnositel-nosti-41c9ce> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Бурланков, Д. Е. Анализ общей теории относительности: монография / Д. Е. Бурланков. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2011. – 239 с.
5. Введение в общую теорию относительности, ее современное развитие и приложения: учеб. пособие / С. О. Алексеев, Е. А. Памятных, А. В. Урсулов [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 380 с.

УДК 537.12

**Пучков В. В., Алещенко Е. В.**, студенты 3-го курса

мелиоративно-строительного факультета

**Лупашко Н. О.**, студент 1-го курса

факультета механизации сельского хозяйства

**Харькова В. А., Мишкевич А. И.**, студенты 2-го курса

факультета биотехнологии и аквакультуры

## **ЗАКОН АМПЕРА О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ**

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, закон Ампера, электрический ток, электродинамика, электромагнетизм, гальванометр.

**Аннотация.** В статье говорится о законе Ампера – одном из основных законов электродинамики. Сила Ампера работает сегодня во многих электрических машинах и установках, и именно благодаря силе Ампера в XX в. стал возможным прогресс, связанный с электрификацией во многих сферах производства. Закон Ампера неизменно по сей день и продолжает верно служить современному машиностроению.

**Keywords:** physics, Ampere's law, electric current, electrodynamics, electromagnetism, galvanometer.

**Summary.** This article talks about Ampere's law, one of the basic laws of electrodynamics. Ampere power works in many electrical machines and installations today, and it is thanks to Ampere power that progress related to electrification in many areas of production became possible in the 20th century. Ampere's law remains unshakeable to this day, and continues to faithfully serve modern engineering.

Понятие электрического тока было введено французским физиком Андре Мари Ампером (1775–1836) в сентябре 1820 г. в докладах Французской академии наук. В этих же докладах Ампер сообщил об открытии им закона взаимодействия электрических токов (который ныне носит имя Ампера) и ввел понятие «направление тока» [1, 2].

Исследования Ампера в области электромагнетизма возникли сразу после и вследствие открытия весной 1820 г. Г. Х. Эрстедом влияния гальванического тока на магнитную стрелку. К этому времени 45-летний Ампер был уже признанным ученым, наибольшее число его

научных трудов относится к математическому анализу. Но его работы по электричеству в период с 1820 по 1826 гг. содержали совокупность новых гениальных идей [1, 2].

Ампер дал название «электродинамика» совокупности новых электрических явлений и отказался от понятия «электромагнетизм», которое тогда уже существовало в физике.

Ампер считал, что, пока речь шла о взаимодействиях между током и магнитом, название «электромагнитные явления» было уместно, оно подразумевало одновременное проявление электрических и магнитных эффектов, открытых Эрстедом. Но когда было установлено взаимодействие между токами, стало ясно, что здесь участвуют не магниты, а два или несколько электрических токов. Ампер писал: «Поскольку явления, о которых здесь идет речь, могут быть вызваны лишь электричеством, находящимся в движении, я счел нужным обозначить их наименованием электродинамические явления».

По письму Ампера к сыну видно, с какой невероятной скоростью развивались его идеи в области электромагнетизма. Он пишет, что с момента, когда узнал об открытии Эрстеда, его мысли были полностью поглощены этой темой. Ампер стремился создать всеобъемлющую теорию, объясняющую взаимодействие электричества и магнетизма, и подтвердить ее экспериментально. Он описывает, как в течение недели после первого доклада о своей теории, он проводил опыты с Френелем, Деппрецем и Пуассоном, чтобы подтвердить свои выводы. Несмотря на первоначальные неудачи с недостаточно мощными источниками тока, он добился успеха, получив более мощный столб от Дюлона. В результате этих экспериментов Ампер сформулировал новую теорию магнетизма, сводящую все явления к гальваническим.

Ампер первым обнаружил и экспериментально исследовал взаимодействие между электрическими токами, а его открытия были систематизированы в его фундаментальном труде «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта».

Ампер доложил об установлении им количественного выражения закона взаимодействия токов (закон Ампера) и показал ряд разработанных им экспериментов по взаимодействию токов.

На следующем заседании он сообщил о том, что свободно подвешенный соленоид с током в магнитном поле Земли ориентируется так же, как и магнитная стрелка.

На этом же заседании коллеги Ампера, Ж.-Б. Био (1774–1862) и Ф. Савар (1791–1841), доложили о результатах своих опытов по уста-

новлению закона действия прямого проводника с током на магнитную стрелку.

Эти поиски были удачно завершены после того, как член Французской академии П. С. Лаплас (1749–1827) поделился с экспериментаторами некоторыми математическими соображениями (История открытий в физике, совершенных французскими учеными, рассмотрена в статье В. П. Визгин «Французская революция» в физике, «математическое рождение» классической физики и С. Карно // Исследования по истории физики и механики. – 1995–1997. – М.: Наука, 1999. – С. 15–38).

*Амперу принадлежит открытие закона, описывающего взаимодействие электрических токов, который он выразил в точной математической форме и который теперь называется законом Ампера.*

Ампер представлял электрический ток как результат суммарного движения положительных и отрицательных зарядов. Эта концепция доминировала в физике до середины XIX в., когда ток стали рассматривать исключительно как поток положительных зарядов. Эксперименты Ампера показали, что провода с током могут как притягиваться, так и отталкиваться друг от друга.

Для объяснения этого явления он ввел понятие «*направление электрического тока*», определив его как направление движения «положительного электричества», не придавая этому определению глубокого физического смысла. Это позволило ему сформулировать закон взаимодействия токов: провода с током, текущим в одном направлении, притягиваются, а с током в противоположных направлениях – отталкиваются. При этом Ампер полагал, что взаимодействие положительных и отрицательных зарядов является причиной возникновения магнитных сил вокруг проводников. Кроме того, *Ампер уточнил терминологию магнитных полюсов, назвав южным полюсом магнитной стрелки тот, который указывает на север, а северным – тот, который указывает на юг.*

В 1820 г. физика получила важный инструмент для изучения электричества – *амперметр*, созданный Андре-Мари Ампером. До этого момента ученые могли лишь оценивать напряжение и его интенсивность с помощью электрометров.

Ампер разработал прибор, который позволял точно измерять электрический ток, определяя его наличие, силу (энергию) и направление в таких источниках, как вольты столб или проводник. Первоначально Ампер назвал свой прибор «*гальванометром*», и это название закрепилось за амперметрами, предназначенными для измерения небольших токов.

В Мюнхенском музее науки и техники, в шкафу с портретом Ампера, можно увидеть скромные проволочные конструкции, погруженные в ртуть и подключенные к источникам тока. Эти незаметные «проволочные паутины» стали отправной точкой для развития электродинамики – науки, изучающей взаимосвязь электричества и магнетизма.

Электродинамика оказала огромное влияние на физику и дала начало электротехнике и радиотехнике. Л. Д. Белькинд отмечал, что Ампер в своих экспериментах использовал как простые проводники и магниты, так и сложные приборы, а результаты его опытов служили основой для объяснения явлений, создания теорий и разработки практических применений.

Хотя Ампер и не изготавливал самостоятельно сложные компоненты для своих научных установок, поручая это квалифицированным механикам, он лично занимался созданием вспомогательных деталей, сборкой приборов и проведением экспериментов, работая практически в одиночку.

Помимо гальванометра, ключевым инструментом в его исследованиях стал «*станок Ампера*», предназначенный для изучения взаимодействия проводников. Ампер также изобрел соленоид (который он называл «*электродинамическим цилиндром*»), обнаружив, что его поведение аналогично поведению обычного магнита.

Для изучения влияния магнитного поля Земли на магнитную стрелку Ампер разработал два прибора. Один основывался на воздействии магнитного поля на вертикальный круговой контур, а другой – на воздействии поля Земли на прямоугольный контур, расположенный в экваториальной плоскости.

Важным достижением Ампера стало решение проблемы надежного контакта между подвижными токоведущими элементами и источником тока. Он предложил и реализовал ртутный контакт, который впоследствии оказал значительное влияние на развитие электротехники.

Именно благодаря силе Ампера работают сегодня многие электрические машины, в которых проводники с током взаимодействуют друг с другом и с электромагнитным полем. Подавляющее большинство генераторов и моторов так или иначе используют в своей работе силу Ампера. Роторы электродвигателей вращаются в магнитном поле их статоров благодаря силе Ампера.

Электротранспорт: трамваи, электрички, электрокары – все они используют силу Ампера, чтобы их колеса в конечном счете вращались. Электрические замки, двери лифтов и т. д. Динамики, громкоговори-

тели – в них магнитное поле катушки с током взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита, формируя звуковые волны. Накопец, в токамаках благодаря силе Ампера сжимается плазма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
2. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.

УДК 53:619

**Разумовский М. А., Бараченя А. Н.**, студенты 2-го, 3-го курса мелиоративно-строительного факультета

**Ковалева К. А., Шкарампота Е. И.**, студенты 2-го, 3-го курса факультета биотехнологии и аквакультуры

### **ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ВЕТЕРИНАРИИ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Гласкович С. А., исследователь,  
ветеринарный врач*

Ветеринарный центр «Прайд»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, лазерное излучение, лазерная диагностика, ветеринарная лазерная медицина, животные, ткани животного.

**Аннотация.** Современный этап в развитии квантовой электроники и лазерной техники характеризуется внедрением лазерной технологии в промышленное производство, исследованиями лазерного термоядерного синтеза и разработкой устройств когерентной и интегральной оптики. Данная статья посвящена одному из самых эффективных в настоящее время методов безлекарственной терапии животных, а именно – лазерной терапии.

**Keywords:** physics, laser radiation, laser diagnostics, veterinary laser medicine, animals, animal tissues.

**Summary.** The current stage in the development of quantum electronics and laser technology is characterized by the introduction of laser technology into industrial production, research on laser fusion and the development of coherent and integrated optics devices. This article is devoted to one of the

currently most effective methods of drug-free animal therapy, namely laser therapy.

Интегрально-оптические устройства генерации, распространения, усиления, преобразования и детектирования лазерного излучения в тонкопленочных волноводных структурах – реальность сегодняшнего дня. Практические возможности интегральной оптики безграничны, и мы, по-видимому, будем очевидцами, когда традиционно громоздкие оптические устройства будут заменены микроминиатюрными функциональными планарными приборами, осуществляющими прецизионную обработку, передачу и хранение огромных массивов оптической информации [1, 2].

Сейчас нет отрасли медицины, в которой не использовались бы лазеры для диагностики, лечения или с профилактической целью. Лазерная медицина обеспечила огромный прогресс медицинской науки, а также разработку новейших лазерных технологий: имеется в виду создание новых лазерных медицинских установок, освоение их врачами и широкое внедрение в практику здравоохранения.

Научно-технический прогресс изменил экологию, образ жизни, питание людей и животных, в связи с чем применение лекарственных средств нередко оказывается малоэффективным и, вопреки ожидаемому эффекту, часто приводит к развитию осложнений, таких как аллергические реакции, дисбактериоз кишечника, нарушение функции печени и почек. И братья наши меньшие страдают от этих недугов ничуть не меньше человека, поэтому медицина для животных – ветеринария – тоже ищет пути эффективного и безопасного лечения своих пернатых и мохнатых пациентов. И один из таких методов – лазерная медицина.

Лазерная медицина – это перспективное, высокоэффективное направление современной медицины. Она возникла интегративно на основе достижений квантовой физики, тысячелетнего опыта восточной медицины и высоких современных технологий.

Лазерная медицина основана на признании квантовой (электромагнитной) природы всего живого. В случае целенаправленного воздействия определенных видов информационно-энергетических полей сверхмалых мощностей на живой организм мы имеем дело с квантовой (лазерной) терапией, профилактикой и реабилитацией.

Ветеринарная лазерная терапия – это инновационный метод лечения заболеваний у домашних животных, который начал набирать популярность в последние годы. Как и другие альтернативные методы

лечения, лазерную терапию можно использовать одновременно с приемом лекарств или вместо них для снятия боли, воспалений и заживления ран.

*Анализ обзора мировой литературы* показал, что интерес к лазерной терапии в практической ветеринарии значителен, так как она расширила терапевтические возможности ветеринарного врача, а ветеринарная практика получила эффективный, неинвазивный, безмедикаментозный и безболезненный метод лечения большого числа заболеваний как сельскохозяйственных, так и домашних животных. Разнообразные методы лазерной терапии используются как в качестве самостоятельного метода профилактики и лечения, так и в комплексе с лекарственными средствами.

За последнее десятилетие российской и белорусской наукой и практической медициной были сделаны принципиально новые шаги в развитии этого метода лечения. Были созданы, успешно апробированы и внедрены в широкую практику как в Беларуси, так и за рубежом аппараты лазерной терапии для ветеринарной практики.

Как лазерная терапия влияет на ткани животного? Терапевтические лазеры используют определенную длину волны, чтобы вызвать фотобиомодуляцию или изменение клеточной и тканевой физиологии. Свет, поглощаемый клетками, стимулирует и активирует клетки, способствуя росту, пролиферации, миграции и восстановлению.

В большинстве терапевтических лазеров используется красный или ближний инфракрасный свет с длиной волны 600–1070 нм, также более популярными становятся синие, зеленые и УФ лазерные источники. Пучок с более низкой длиной волны поглощается поверхностными тканями, такими как кожа, тогда как лучи с более высокой длиной волны проникают глубже в мышцы и кости.

*Преимущества лазерной терапии:*

- 1) возможность четко дозировать излучение;
- 2) высокая эффективность;
- 3) отсутствие осложнений;
- 4) безболезненность;
- 5) небольшое число противопоказаний;
- 6) снижение медикаментозной нагрузки;
- 7) улучшение кровообращения и лимфообращения;
- 8) положительное влияние на иммунитет;
- 9) простота процедуры.

*Лазерная терапия способствует восстановлению тканей, вызывая следующее:*

- выпуск эндорфина;

- расширение сосудов, которое увеличивает кровоток для доставки кислорода и клеток, участвующих в процессе заживления;
- расслабление мышц;
- уменьшение воспаления;
- более быстрое заживление и восстановление.

*Лечение лазером назначается в следующих случаях:*

- снятие болевого синдрома;
- заживление ожогов, ран, обморожений, пролежней;
- терапия хронических заболеваний суставов (артрит, бурсит);
- воспалительные процессы после травм и операций;
- лечение сухожилий;
- реабилитация повреждений периферических нервов;
- лечение заболеваний кожи (аллергический дерматит, почесуха).

Основные клинические преимущества использования лазера у домашних животных включают уменьшение воспаления, уменьшение боли и улучшение заживления ран.

*Лазерная терапия используется при многих ветеринарных заболеваниях, в том числе:*

- хронический артрит;
- хирургические разрезы;
- травмы сухожилий и связок;
- травматические повреждения.

Лазерная терапия безопасна для домашних животных, если выполняется правильно, с правильными настройками и продолжительностью лечения. При неправильном использовании более мощные устройства могут вызвать термические ожоги тканей. Кроме того, лазерные лучи, направленные на глаз, могут вызвать необратимое повреждение сетчатки, поэтому пациенты и весь ветеринарный персонал должны носить защитные очки во время лечения.

Лазерная терапия представляет собой новый безболезненный метод физиотерапии и реабилитации, действие которого основано на низкоэнергетическом лазерном излучении направленного действия. Пучок света, попадая на пораженный участок, запускает в нем фотофизические и фотохимические процессы.

Излучение воздействует на пораженные ткани и стимулирует в них обмен веществ и репаративные изменения. При этом увеличивается скорость заживления ран, происходит активация иммунной системы, повышается действие медикаментозной терапии. Происходит лечебное и физиологическое воздействие.

Лазерная терапия широко используется в ветеринарной хирургической практике для устранения травматических повреждений животных – ран кожи, слизистых оболочек и глубоких тканей. Хорошие результаты показало лечение хронических заболеваний суставов с привлечением лазерной техники.

Суммируя все вышесказанное, можно заключить, что главная цель лазерной физиотерапии – запуск природных процессов восстановления и метаболизма. Эффект применения лазерного оборудования может быть незаметен мгновенно (исключение – лазерная склеротерапия), но тело пациента начинает восстанавливаться в ускоренном темпе. Лазеры так же широко применяются в физике и химии как инструменты для создания контролируемых условий и проведения различных экспериментов. Они используются для генерации высоких энергий и интенсивных поляризации, а также для создания условий для реализации различных физических и химических процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
2. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.

УДК 537.12

**Разумовский М. А.**, студент 3-го курса

мелиоративно-строительного факультета

**Мишкевич А. И., Тумарева М. В.**, студенты 2-го курса

факультета биотехнологии и аквакультуры

**Лупашко Н. О.**, студент 1-го курса

факультета механизации сельского хозяйства

#### **РОЛЬ ФИЗИКИ В СИСТЕМЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Капитонова Е. А., д-р биол. наук, профессор*

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной

медицины – МВА имени К. И. Скрябина»,

Москва, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, система, наука, интеграция, знания, объект, аспект, межпредметные связи.

**Аннотация.** В работе рассматривается роль физики в системе естественных наук. Физика занимает особое место в системе естественных наук. Ее предметом считаются наиболее простые и самые общие закономерности процессов и явлений, происходящих в объективной реальности. В центре рассмотрения физики лежат вопросы строения материи, что делает ее одной из главных наук, изучающих природу. Физика является важнейшим источником знаний об окружающем мире. Она исследует законы природы, которые определяют поведение материи и энергии, включая такие фундаментальные явления, как гравитация и электромагнетизм.

**Keywords:** physics, system, science, integration, knowledge, object, aspect, interdisciplinary connections.

**Summary.** The paper examines the role of physics in the system of natural sciences. Physics occupies a special place in the system of natural sciences. Its subject is considered to be the simplest and most general patterns of processes and phenomena occurring in objective reality. Physics focuses on the structure of matter, which makes it one of the main sciences studying nature. Physics is the most important source of knowledge about the world around us. She explores the laws of nature that determine the behavior of matter and energy, including fundamental phenomena such as gravity and electromagnetism.

Современная цивилизация преобразилась до неузнаваемости благодаря изобретениям, появившимся в XX в., и технологиям, разработанным в XXI в. Эти достижения стали возможны благодаря прорывам в естественных науках. Стремление к изучению разнообразных природных явлений и развитие экспериментальных методов привели к разделению и специализации в научном мире [1, 2, 3].

Рассмотрим физику как ключевую дисциплину в естественных науках. Физические законы являются фундаментом для химии, биологии, географии и астрономии. Важно, чтобы студенты понимали взаимосвязь между физикой, химией и биологией. Все эти науки изучают одни и те же объекты (тела, процессы, закономерности в природе) и используют схожие методы исследования (теоретические, экспериментальные, математические).

Курс физики знакомит с основами этой науки, представляющей собой систему знаний о мире. Физическая картина мира – это идеализированное представление о природе, включающее в себя основные понятия, принципы и гипотезы физики, отражающие определенный этап ее развития. Эта картина мира конкретизирует философские представ-

ления о материи, движении, пространстве, времени, взаимосвязях и взаимодействиях.

Учитывая ключевую роль физики в естественных науках, можем сделать вывод, что именно она может стать основой для объединения знаний о природе в рамках курса естествознания в профильном вузе. Это повлечет за собой изменение подхода к обучению. Вместо раздельного изучения различных аспектов природы отдельными науками, в центре внимания окажется конкретный объект. Его свойства, характеристики и проявления будут исследоваться комплексно, с использованием знаний из разных научных дисциплин, рассматривающих объект с разных точек зрения.

Фундаментальные науки, каждая по-своему, объединяют знания и способствуют развитию междисциплинарных исследований. Но именно философия, взаимодействуя со всеми науками, создает общее представление о мире, обобщая и синтезируя полученные знания. В этой роли философия выступает как связующее звено, объединяющее различные научные области и обеспечивающее их взаимосвязь. Философия разрабатывает основополагающие понятия и категории, которые служат основой для понимания мира в различных научных дисциплинах, формируя единую систему взглядов.

Западные ученые, внесшие значительный вклад в естествознание, также со временем пришли к пониманию единства науки. В качестве примера можно привести цитату Макса Планка, который утверждал, что наука – это единое целое [1, 2]. Разделение на отдельные дисциплины, по его мнению, связано не с объективными различиями в природе, а с ограниченными возможностями человеческого познания. Планк видел непрерывную связь между физикой, химией, биологией, антропологией и социальными науками, которую нельзя произвольно прерывать.

В последние десятилетия наблюдается бурный рост наук о Земле, рассматривающих нашу планету как сложную систему, включающую в себя как живую природу (биосферу), так и неживые компоненты (геосферу, атмосферу). Этот интерес вызван несколькими факторами: во-первых, масштабным влиянием человека на окружающую среду в результате научно-технического прогресса; во-вторых, необходимостью найти способы гармоничного сосуществования общества и природы; и, в-третьих, потребностью в эффективном использовании и восстановлении природных ресурсов.

В гносеологии (теории познания) взаимосвязь наук проявляется в форме интеграции, а содержание этой взаимосвязи – в синтезе. Интеграция, таким образом, объединяет отдельные, относительно самостоятельные науки, что способствует их взаимодействию.

*В контексте педагогики интеграция имеет два основных аспекта:*

1. С одной стороны, она проявляется на трех уровнях: в организации учебного процесса, в структуре образовательных программ и в содержании отдельных учебных дисциплин.

2. С другой стороны, интеграция выступает как методологический принцип, который организует образовательный процесс на основе взаимодействия различных способов познания мира. Это позволяет сформировать у учащихся целостное и многогранное представление о действительности.

Для эффективного преподавания физики в контексте других естественных наук, таких как биология, необходимо наличие у преподавателя дидактических материалов. Эти материалы должны демонстрировать способы интеграции, например, физики и биологии, и обеспечивать первый уровень такой интеграции. Преподаватель должен тщательно подбирать соотношение общеобразовательного материала и, например, биофизического, чтобы избежать искаженного понимания взаимосвязи физических и биологических процессов.

Обучение, основанное на объединении естественнонаучных знаний через изучение общих научных понятий, помогает студентам освоить теоретические методы познания и развить системное мышление в области естественных наук.

Рассмотрим, как можно использовать интеграцию в образовании, развивая у студентов определенные мыслительные навыки на каждом этапе обучения. Межпредметные связи можно формировать, одновременно развивая такие мыслительные операции, как объединение информации, классификация и систематизация.

Интеграция в обучении – это особый подход к организации учебного процесса. Он предполагает структурирование учебного материала в зависимости от уровня интеграции (межпредметных связей, дидактического синтеза, целостности) и выбор подходящих методов обучения при изучении основных дисциплин или курсов по выбору студента, которые содержат интегрированный материал.

*В заключение следует отметить, что физика, являясь одной из естественных наук, оказывает значительное влияние на повышение целостности, научности и фундаментальности содержания образо-*

вания, поскольку многие другие науки опираются на ее принципы и законы.

В настоящее время, в контексте развития белорусского высшего образования, наблюдается естественная и подтвержденная научными исследованиями тенденция к совершенствованию естественнонаучного образования. Это предполагает усиление его целостности, научности и фундаментальности. Интегративно-модульный подход выступает в качестве ключевой стратегии для достижения этой цели, обеспечивая структурированное объединение и обобщение естественнонаучных знаний у студентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
2. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.
3. Федоров, В. В. История и развитие физических представлений о строении окружающего мира / В. В. Федоров. – Гатчина: Изд-во НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, 2021. – 296 с.

УДК 53:615.849.114

**Разумовский М. А.**, студент 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета  
**Мишкевич А. И., Тумарева М. В.**, студенты 2-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Лушашко Н. О.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

### **СВОЙСТВА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И НАУКЕ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Гласкович С. А., исследователь,*

*ветеринарный врач*

Ветеринарный центр «Прайд»,

Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, рентгеновские лучи и излучение, бактерицидные облучатели, изменения в облученных органах и тканях.

**Аннотация.** Научный и практический анализ исследований показал, что умеренное рентгенологическое облучение не может нанести ощутимого вреда организму человека. Рентгеновское исследование, хоть и обладает потенциально опасными эффектами в отношении организма, но на практике практически безопасно. Рентгенодиагностика незаменима в медицине.

**Keywords:** physics, X-rays and radiation, bactericidal irradiators, changes in irradiated organs and tissues.

**Summary.** Scientific and practical analysis of research has shown that moderate X-ray exposure cannot cause significant harm to the human and animal body. X-ray examination, although it has potentially dangerous effects on the body, is practically safe in practice. X-ray diagnostics is indispensable in medicine.

Благодаря достижениям физики [1, 2] в быту мы используем множество различных медицинских приборов, которые позволяют не посещать врача без особой надобности (например, бытовые глюкометры, тонометры, пульсометры, небулайзеры, ингаляторы, ирригаторы, массажеры, электрогрелки и т. п.).

*Научная проблема* – обеспечение безопасности при использовании рентгеновского излучения в различных областях.

*Актуальность исследования* обусловлена необходимостью безопасного использования рентгеновского излучения в медицине и науке.

*Цель исследования* – изучить свойства рентгеновского излучения и его применение в медицине и науке.

*Анализ обзора мировой литературы* показал, что физика и медицина – это две структуры, которые окружают нас в повседневной жизни. С каждым днем за счет физики медицина модернизируется, благодаря чему все больше людей могут избавиться от болезней.

В настоящее время обширная линия соприкосновения этих наук все время расширяется и упрочняется. Нет ни одной области медицины, где бы не применялись физические приборы, например:

- 1) наркозно-реанимационная аппаратура;
- 2) хирургическое оборудование: электрохирургические аппараты, лазерные хирургические аппараты, светильники бестеневые хирургические;
- 3) терапевтическое оборудование: ингаляторы, микроволновая терапия, высокочастотная терапия, ударно-волновая терапия, низкоча-

стотная терапия, многофункциональные аппараты для физиотерапии, ультразвуковая терапия, магнитотерапия, лазерная терапия;

4) бактерицидные облучатели и т. д.

На протяжении многих веков усилия врачей были направлены на решение труднейшей задачи – улучшение распознавания заболеваний человека. Потребность в методе, который позволил бы заглянуть внутрь человеческого тела не повреждая его, была огромной, хотя и не всегда осознанной. После того как в Европе стали широко исследоваться вскрытия трупов, врачи смогли изучить строение органов человека, а также изменения, которые они претерпевают при тех или иных заболеваниях. И вряд ли кто-нибудь из ученых прошлого мог предположить, что мечта сделать человеческий организм «прозрачным» вполне осуществима. Потребность увидеть не оболочку, а структуру организма живого человека, его анатомию и физиологию была столь насущной, что, когда чудесные лучи, позволявшие осуществить это на практике, были наконец открыты, в медицине наступила новая эра.

Рентгеновские лучи – это вид невидимого глазу электромагнитного излучения, имеющий меньшую длину волны, чем ультрафиолетовые электромагнитные волны. Длина волны X-лучей колеблется от 70 нм до  $10^{-5}$  нм. Чем короче длина волны X-лучей, тем больше энергия их фотонов и больше проникающая способность. Рентгеновские лучи со сравнительно большой длиной волны (более 10 нм), называются *мягкими*. Длина волны 1–10 нм характеризует *жесткие* X-лучи. Они обладают огромной проникающей способностью.

Физику явлений можно показать на примере работы рентгеновской трубки как специального электровакуумного высоковольтного прибора, предназначенного для генерирования рентгеновского излучения.

Рентгеновское излучение образуется двумя путями. Первый – в результате торможения быстро движущихся электронов в веществе, так называемое «тормозное» излучение. Второй – в результате изменения энергетического состояния атомов вещества – «характеристическое» излучение.

Однако нужно считаться с тем, что любое облучение безопасно лишь в определенных дозах (недаром работа в рентгеновском кабинете считается вредной для здоровья). Опасность заключается в том, что рентгеновские лучи действуют по принципу радиации, превращая нейтральные атомы в положительно или отрицательно заряженные ионы. В свою очередь, это может вызвать изменение структуры клеток, метаболизма и функционирования тканей, органов и всего организма.

Даже при незначительной, но частой дозе облучения возможны изменения в хромосомном аппарате клетки – мутации. Самую большую опасность для пациента представляют процедуры, требующие длительного нахождения в зоне излучения. К таким относятся операции сопоставления осколков костей при травмах, некоторые исследования пищевода и желудка. Кроме того, существуют сведения, что рентгеновские лучи обуславливают образование опухолей. Возможно изменение состава крови на короткий промежуток времени, если облучение было в небольшом избытке. В случае длительного рентгеновского облучения состав крови меняется безвозвратно. Вследствие этого могут возникнуть раковые заболевания, раннее старение и смерть, образование катаракт, генетические изменения.

Современные доктора сделали все возможное, чтобы снизить негативное влияние рентгеновских лучей. Для этого в рентгеноскопических анализах используются только лучи с низкой энергией, а организм человека подвергается облучению на короткий промежуток времени.

Было установлено, что рентгеновское излучение обладает целым рядом удивительных свойств. Во-первых, невидимое для человеческого глаза рентгеновское излучение способно проникать сквозь непрозрачные тела и предметы. Во-вторых, оно способно поглощаться веществами тем интенсивнее, чем больше их атомный (порядковый) номер в периодической системе Менделеева. В-третьих, рентгеновское излучение вызывает свечение некоторых химических веществ и соединений. В-четвёртых, рентгеновские лучи обладают линейным характером распространения. Эти свойства рентгеновских лучей и используются для получения информации о внутреннем содержании и строении «просвечиваемых» ими объектов без их вскрытия.

Применение рентгеновского излучения в медицине для диагностики и лечения основано на его способности:

- проникать через различные вещества, в том числе через органы и ткани человеческого тела, не пропускающие лучи видимого света;
- вызывать флюоресценцию – свечение некоторых химических соединений (активированные сульфиды цинка и кадмия, платино-синеродистый барий). На этом свойстве основано R-просвечивание, а также использование усиливающих экранов при рентгенографии;
- оказывать фотохимическое воздействие: разлагать соединения серебра с галогенами и вызывать почернение фотографических слоев (в том числе R-графической пленки);

- вызывать физиологические и патологические (в зависимости от дозы) изменения в облученных органах и тканях (оказывать биологическое действие). На этом свойстве основано использование R-излучения для лечения опухолевых и некоторых неопухолевых заболеваний, однако при недостаточно контролируемом облучении в больших дозах возможно развитие острой и подострой лучевой болезни, либо лучевых поражений;

- передавать энергию излучения атомам и молекулам окружающей среды, вызывая их возбуждение, а также распад на положительные и отрицательные ионы – ионизационное действие. При определенных условиях между ионизационным эффектом и дозой облучения существует прямая зависимость. Это позволяет, оценивая с помощью специальных приборов (дозиметров) степень ионизации воздуха, определить количество и качество R-лучей, применяемых для диагностики и лечения.

В современном мире, наряду с многочисленными научными открытиями и изобретениями, применяемыми в области медицины (от постановки диагнозов с помощью различных современных приборов до возможности проведения операций роботами), человечество сталкивается с множеством абсолютно новых, мало знакомых ранее вирусов и бактерий, способных мутировать из одного вида в другой и оказывающих пагубное воздействие на человеческий организм, часто приводящее к серьезным осложнениям.

С начала XI в. население Земли столкнулось с рядом эпидемий инфекционных заболеваний, поражающих людей и животных на обширных территориях, значительно превышающих границы отдельных государств: атипичная пневмония, птичий грипп, свиной грипп, полиомиелит, вирус Эбола и в 2020 г. этот список дополнил коронавирус.

В борьбе с подобными вирусами важным является незамедлительно верная постановка диагноза, диагностика и лечение осложнений, вызываемых подобными заболеваниями. Одним из самых распространенных осложнений является пневмония, выявление которой не было бы возможным без современных приборов, основанных на использовании рентгеновских лучей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что умеренное рентгенологическое облучение не может нанести ощутимого вреда организму человека. Рентгеновское исследование хоть и обладает потенциально опасными эффектами в отношении организма, но практически безопасно. Рентгенодиагностика незаменима в медицине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
2. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.

УДК 629.7:930.1

**Ружинский И. К.**, студент 1-го курса

мелиоративно-строительного факультета

**КОРОЛЁВ С. П. – СОВЕТСКИЙ УЧЕНЫЙ, КОНСТРУКТОР  
И ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-  
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

*Научный руководитель – Вчерашняя В. В., преподаватель-стажер  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Королёв, ракетно-космическая техника, советская космонавтика, главный конструктор, история науки, освоение космоса, организация научных исследований.

**Аннотация.** В статье рассматривается жизненный путь и научная деятельность С. П. Королёва – советского ученого, конструктора и организатора производства ракетно-космической техники. Освещены ключевые этапы его карьеры, вклад в развитие отечественной и мировой космонавтики, а также значение его наследия для современной науки и техники.

**Keywords:** Korolev, rocket and space technology, Soviet astronautics, chief designer, history of science, space exploration, organization of scientific research.

**Summary.** This article explores the life and scientific contributions of S. P. Korolev, a Soviet scientist, designer, and organizer in the field of rocket and space technology. It highlights the key stages of his career, his impact on the development of Soviet and global astronautics, and the relevance of his legacy to modern science and technology.

Сергей Павлович Королёв – одна из ключевых фигур XX в., чья деятельность сыграла решающую роль в становлении и развитии советской и мировой космонавтики. Его имя олицетворяет начало новой эры в истории человечества – эры освоения космоса. Как ученый, инженер-конструктор и выдающийся организатор, Королёв стоял у исто-

ков самых значимых научно-технических прорывов своего времени. Его вклад невозможно переоценить: именно под его руководством были созданы первые ракеты, выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли, а затем и запущен первый человек в космос.

Осмысление деятельности С. П. Королёва имеет особое значение и сегодня, в эпоху стремительного развития технологий и возвращения интереса к освоению космоса. Его подходы к научной организации труда, междисциплинарному взаимодействию и стратегическому планированию остаются актуальными для современного инженерного мышления. Изучение его наследия важно как для специалистов, так и для широкой общественности, интересующейся историей науки и техники.

Сергей Павлович Королёв родился 12 января 1907 г. в Житомире. С юных лет проявлял интерес к авиации и технике, что предопределило выбор жизненного пути. В 1924 г. он поступил в Киевский политехнический институт, а затем продолжил обучение в Московском высшем техническом училище (МВТУ), где его наставником стал известный ученый Н. Е. Жуковский. В годы учебы С. П. Королёв активно участвовал в аэроклубах, конструировал планеры и стремился к практическому освоению авиационных знаний [1].

Научная карьера С. П. Королёва в области ракетной техники началась в 1930-х гг. с его работы в ГИРД – одной из первых в СССР организаций, которая занималась реактивным движением. Уже тогда он проявил себя не только как талантливый инженер, но и дальновидный руководитель [2].

В 1933 г. ГИРД был объединен с Ленинградской лабораторией газодинамики (ГДЛ) в Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Королев был назначен заместителем начальника института по научной части. В РНИИ он продолжил работу над ракетами, разрабатывал крылатые ракеты и ракеты для зенитной артиллерии, занимался теоретическими исследованиями в области ракетной техники, разрабатывал методы расчета характеристик ракетных двигателей и проектирования ракетных конструкций.

В 1938 г. в период сталинских репрессий С. П. Королёв был арестован по ложному обвинению и приговорен к 10 годам лагерей. В 1940 г. он был переведен в ЦКБ-29 НКВД, где работали заключенные инженеры и ученые. С. П. Королёв работал под руководством А. Н. Туполева, где принимал активное участие в создании бомбардировщиков Пе-2 и Ту-2, основных наших бомбардировщиков во время Великой Отечественной войны [3].

В то же время С. П. Королёв разрабатывал проекты управляемой аэроторпеды и нового варианта ракетного перехватчика. В 1942 г. его перевели в ОКБ-16 при Казанском авиазаводе № 16, где велись работы над ракетными двигателями новых типов с целью применения их в авиации. В начале 1943 г. С. П. Королёва назначили главным конструктором группы реактивных установок, которая занималась улучшением технических характеристик пикирующего бомбардировщика Пе-2, первый полет которого состоялся в октябре 1943 г.

В 1944 г. Королёв был досрочно освобожден по личному указанию Сталина, но реабилитирован только в 1957 г. [4].

После окончания Великой Отечественной войны, во второй половине 1945 г., С. П. Королёва включили в состав специальной группы советских инженеров, которую направили в Германию для анализа достижений немецкой ракетной техники. Основное внимание уделялось разработкам под руководством Вернера фон Брауна. Несмотря на то что в районе Пенемюнде сохранились лишь отдельные экземпляры техники и часть документации, собранные материалы были вывезены в СССР и использованы как основа для начального этапа создания отечественных ракет.

В августе 1946 г. С. П. Королёв начал работу по проектированию отечественных аналогов немецких разработок. В 1947 г. С. П. Королёв возглавил проект по созданию дальнобойной баллистической ракеты, а его команда работала над совершенствованием ракет до 1957 г. Именно они сконструировали легендарную ракету Р-7, ставшую основой как для оборонной стратегии СССР, так и для начала космической эры.

4 октября 1957 г. ракета Р-7 впервые в истории вывела на орбиту искусственный спутник Земли. Это событие открыло эпоху практической космонавтики. Далее, 12 апреля 1961 г., был выполнен первый пилотируемый космический полет с Юрием Гагариным. Также под руководством Королёва был организован первый выход человека в открытый космос (А. А. Леонов, 1965), а также разработаны и запущены межпланетные станции к Луне, Венере, Марсу и различные спутники – «Космос», «Электрон», «Молния» и др.

За выдающиеся заслуги С. П. Королёв был дважды удостоен звания Героя Социалистического Труда, награждён орденами и стал лауреатом Ленинской премии [4].

Сегодня память о Сергее Павловиче Королёве увековечена во многих местах. В Житомире, где он родился, и в Москве, где жил и работал в последние годы, открыты дома-музеи. Особенно значимым стал Национальный музей космонавтики имени Королёва, который был открыт в Житомире в 1987 г.



Сергей Павлович Королев [5]

Памятники великому конструктору можно увидеть во многих городах России, а также за ее пределами. В Московской области в честь него назван целый город – Королёв (раньше он назывался Калининград), именно там он руководил созданием первых ракет.

Имя Королёва носят кратеры на Луне и Марсе, астероид, улицы во многих городах, а также разные научные и технические организации. В Москве есть даже станция монорельса с его именем – «Улица Академика Королёва». В память о нем также были выпущены почтовые марки [5].

Королев был не просто выдающимся конструктором, но и талантливым организатором, умевшим находить и привлекать к работе талантливых людей, создавать эффективные коллективы и добиваться поставленных целей. Он обладал даром предвидения и умел видеть будущее космической эры. Его гений, целеустремленность и преданность делу сделали его одним из самых выдающихся ученых и конструкторов XX в.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голованов Я. Королев: факты и мифы / Я. Голованов. – М.: Наука, 1994. – 768 с.
2. Черток, Б. Е. Ракеты и люди / Б. Е. Черток. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1999. – 406 с.
3. Московский государственный технический университет им. М. Э. Баумана Калужский филиал. – URL: [kf.bmstu.ru](http://kf.bmstu.ru) (дата обращения: 11.04.2025).
4. Бирюков, Ю. В. Сергей Павлович Королев – основоположник практической космонавтики / Ю. В. Бирюков // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2006. – № 4. – (Серия «Машиностроение»).
5. История. РФ. Главный исторический портал страны. – URL: [histrf.ru](http://histrf.ru) (дата обращения: 10.04.2025).

УДК 53:615.849.114

**Смирнова А. А.**, студентка 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Леткиман А. В., Рублев А. С.**, студенты 3-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Морозов Н. Н.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

### **РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ НИКОЛЫ ТЕСЛА**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Гласкович С. А., исследователь,  
ветеринарный врач*

Ветеринарный центр «Прайд»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, рентгеновские лучи, вакуумная лампа, катушка, рентгеновские снимки, теневая диаграмма, стопа, радиология, Вильгельм Рентген.

**Аннотация.** Статья посвящена открытию рентгеновских лучей и Николе Тесла, который экспериментировал с ранними рентгеновскими технологиями, отмечая их медицинские преимущества и опасности. Он быстро указал на пользу рентгеновских лучей в области медицины. Отметив, что рентгеновские лучи отображают более плотные тела иначе, чем менее плотные, он описал, как эту технологию можно использовать для поиска посторонних предметов в теле или даже для выявления заболеваний легких.

**Keywords:** physics, x-rays, vacuum lamp, coil, X-rays, shadow diagram, foot, radiology, Wilhelm X-ray.

**Summary.** The article is dedicated to the discovery of X-rays and Nikola Tesla, who experimented with early X-ray technologies, noting their medical benefits and dangers. He was quick to point out the benefits of X-rays in the medical field. Noting that X-rays display denser bodies differently than less dense ones, he described how this technology could be used to search for foreign objects in the body or even to detect lung diseases.

*Объектом исследования* служила биография Николы Тесла, его открытия в сфере физики, а именно рентгеновские лучи.

*Актуальность исследования.* Работа посвящена открытию рентгеновских лучей. Не вызывает никаких сомнений актуальность статьи,

так как рентгеновское излучение стали применять в медицине в связи с его большой проникающей способностью [3, 4, 5, 6]. Рентгеновское излучение используется для получения рентгеновских снимков костей и внутренних органов, флюорографии, в компьютерной томографии, в ангиографии. Рентген применяют как самостоятельное обследование, а также и как один из основных действующих элементов в некоторых приборах и методах диагностики.

*Анализ обзора мировой литературы* показал, что наследие Николы Тесла остается важным материалом благодаря его многочисленным вкладам в научный мир и влиянию созданных им технологий. Никола Тесла (1856–1943) – американский изобретатель сербского происхождения в области электротехники и радиотехники, ученый, инженер, физик XX в., сыгравший значительную роль в сфере физики, электродинамики и радиостроения. Уже прошло больше века, а множество изобретений Николы Теслы до сих пор кажутся нам удивительными [1].

За всю свою жизнь Никола Тесла запатентовал более 300 изобретений примерно в 26 странах мира. Количество незапатентованных изобретений до сих пор остается загадкой. На сегодняшний день вокруг личности ученого не смолкают споры и дискуссии, и главный вопрос исследователей: как ему удалось за столь короткое время создать новые технологии, которые предвосхитили XX век? Без изобретений этого выдающего инженера немислим привычный ритм жизни современного человека. В домах не было бы электричества, света, беспроводных коммуникаций и Интернета.

*Цель исследования* – рентгеновское излучение и его природа.

Никола Тесла открыл рентгеновские лучи совершенно случайно, нечаянно сфотографировав своего друга Марка Твена ранней версией флюоресцирующей трубки под названием «Гейсслер». Тогда Тесла не придавал этому значения, решив, что излучения вредны для человека и изучать их стоит осторожно, избегая длительного наблюдения. Он далеко продвинулся в работе с рентгеновскими лучами, начав экспериментировать с этой технологией в 1894 г.

Тесла начал экспериментировать с энергией излучения в конце XIX в., когда заметил повреждения на пленке от предыдущих экспериментов. Через год после начала экспериментов Теслы немецкий профессор физики Вильгельм Рентген опубликовал отчет о рентгеновских лучах. По сей день открытие рентгеновских лучей связывают с Рентгеном, но в реальности Тесла не отставал от него. Если бы пожар не уничтожил его студию в 1895 г. вместе с оборудованием, он, возможно, даже опередил бы Рентгена. Тем не менее никаких обид между

учеными не было. Напротив, когда исследование Рентгена было опубликовано, Tesla отправил ему письмо с поздравлениями и включил в него некоторые изображения, которые он делал. В ответном письме Рентген высоко оценил его работу.

После публикации Рентгена Tesla продолжал узнавать больше о рентгеновских лучах [1, 2]. Он провел свои собственные эксперименты, создав высокоэнергетическую вакуумную лампу, которая работала на выходе катушки Tesla – его самого известного изобретения. Назвав свои снимки «теньевыми диаграммами», Tesla делал их, используя самую простую модель, которую смог найти, – самого себя. Рентгеновские снимки его стопы (с металлическими частями его ботинка) и его руки являются отличным свидетельством его работы.

Но на этом вклад Tesla в мир радиологии не закончился. Он быстро указал на пользу рентгеновских лучей в области медицины. Отметив, что рентгеновские лучи отображают более плотные тела иначе, чем менее плотные, он описал, как эту технологию можно использовать для поиска посторонних предметов в теле или даже для выявления заболеваний легких.

Никола Tesla также был одним из первых ученых, описавших опасные последствия работы с рентгеновскими лучами и радиацией. Он отметил изменения кожи, боль, отек и даже выпадение волос. Он ошибочно приписал это озону и азотистой кислоте, генерируемым лучами, а не самим лучам. Но это не помешало ему попытаться принять некоторые ранние меры безопасности против этих негативных последствий.

Продолжая совершенствовать рентген, он понял, что расстояние и время являются факторами, спасающими организм человека от их пагубного воздействия. Он даже пытался сделать алюминиевый экран, чтобы создать защитный барьер между собой и лучами.

В настоящее время рентгеноскопия (синоним просвечивание) – один из основных методов рентгенологического исследования, состоящий в получении на просвечивающем (флюоресцирующем) экране плоскостного позитивного изображения исследуемого объекта. При рентгеноскопии исследуемый находится между просвечивающим экраном и рентгеновской трубкой. На современных рентгеновских просвечивающих экранах изображение возникает в момент включения рентгеновской трубки и исчезает сразу же после ее выключения. Рентгеноскопия дает возможность изучить функцию органа – пульсацию сердца, дыхательные движения ребер, легких, диафрагмы, перисталь-

тику органов пищеварительного тракта и т. д. Рентгеноскопия используется при лечении заболеваний желудка, желудочно-кишечного тракта, 12-перстной кишки, заболеваний печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей. При этом медицинский зонд и манипуляторы вводят без повреждения тканей, а действия в процессе операции контролируются рентгеноскопией и видны на мониторе.

Рентгенография – метод рентгенодиагностики с регистрацией неподвижного изображения на светочувствительном материале – специальной фотопленке (рентгеновской пленке) или фотобумаге с последующей фотообработкой; при цифровой рентгенографии изображение фиксируется в памяти компьютера. Выполняется на рентгенодиагностических аппаратах – стационарных, установленных в специально оборудованных рентгеновских кабинетах, или передвижных и переносных – у постели больного или в операционной. На рентгенограммах значительно отчетливей, чем на флюоресцирующем экране, отображаются элементы структур различных органов. Рентгенографию выполняют в целях выявления и профилактики различных заболеваний, основная ее цель – помочь врачам разных специальностей правильно и быстро поставить диагноз. Рентгеновский снимок фиксирует состояние органа или ткани лишь в момент съемки. Однако однократная рентгенограмма фиксирует только анатомические изменения в определенный момент, она дает статику процесса; посредством серии рентгенограмм, произведенных через определенные промежутки времени, можно изучить динамику процесса, то есть функциональные изменения.

Таким образом, рентгеновские лучи представляют собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны 105–102 нм. Рентгеновские лучи могут проникать через некоторые непрозрачные для видимого света материалы. Испускаются они при торможении быстрых электронов в веществе (непрерывный спектр) и при переходах электронов с внешних электронных оболочек атома на внутренние (линейчатый спектр).

Источниками рентгеновского излучения являются: рентгеновская трубка, некоторые радиоактивные изотопы, ускорители и накопители электронов (синхротронное излучение). Приемники – фотопленка, люминисцентные экраны, детекторы ядерных излучений. Рентгеновские лучи применяют в рентгеноструктурном анализе, медицине, дефектоскопии, рентгеновском спектральном анализе и т. п.

В настоящее время открываются новые направления, появилась возможность изучения внутреннего строения материалов, кристалли-

ческой решетки и даже межатомных расстояний. В медицине рентгеновская техника переживает бум в связи с развитием томографии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Де-Метц, Г. Г. Об опытах Тесла с переменными токами / Г. Г. Де-Метц. – Одесса, 1893.
2. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.
3. Наука. Величайшие теории / пер. с исп. – Вып. 36: Двустороннее движение электричества. Тесла. Переменный ток. – М.: Де Агостини, 2015. – 176 с.
4. Рулев, А. Научное провидение, или искусство совершать открытия / А. Рулев // Наука и жизнь. – 2017. – № 3. – С. 2–12.
5. Смык, А. Ф. Физика. Электромагнетизм: курс лекций / А. Ф. Смык. – М.: МГУП, 2007. – 160 с.
6. Федоров, В. В. История и развитие физических представлений о строении окружающего мира / В. В. Федоров. – Гатчина: Изд-во НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, 2021. – 296 с.

УДК 537.612

**Смирнова А. А., Разумовский М. А.**, студенты 3-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

**Леткиман А. В., Рублев А. С.**, студенты 3-го курса  
факультета биотехнологии и аквакультуры

**Соснович О. Д.**, студент 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

### **ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ И ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ**

*Научный руководитель – Гласкович М. А., канд. с.-х. наук, доцент*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Капитонова Е. А., д-р биол. наук, профессор*  
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной  
медицины – МВА имени К. И. Скрябина»,  
Москва, Российская Федерация

**Ключевые слова:** физика, клеточная мембрана, потенциал покоя, калиевые каналы утечки, генерация, потенциал-управляемых натриевых каналов, период рефрактерности.

**Аннотация.** Мембрана всех живых клеток поляризована. Внутренняя сторона мембраны несет отрицательный заряд по сравнению с межклеточным пространством. Величина заряда, который несет мембрана, называется мембранным потенциалом (МП). В невозбудимых тканях МП низкий и составляет около  $-40$  мВ. В возбудимых тканях он высокий, около  $-60 \dots -100$  мВ и называется потенциалом покоя.

**Keywords:** physics, cell membrane, resting potential, potassium leakage channels, generation, potential-controlled sodium channels, refractory period.

**Summary.** The membrane of all living cells is polarized. The inner side of the membrane carries a negative charge compared to the intercellular space. The amount of charge carried by the membrane is called the membrane potential (MP). In non-excitabile tissues, MP is low, and is about –40 mV. In excitable tissues, it is high, about –60...–100 mV, and is called the resting potential.

*Потенциал покоя (ПП)* образуется благодаря избирательной проницаемости клеточной мембраны. Плазмолемма представлена липидным бислоем, который затрудняет движение заряженных молекул. Встроенные в мембрану белки способны селективно изменять проницаемость для различных ионов в зависимости от внешних стимулов. Основную роль в формировании потенциала покоя играют ионы калия, при этом также значимыми являются ионы натрия и хлора [1].

Ионы в клетке распределяются неравномерно между внутренней и внешней средой. Внутри клетки наблюдается более высокая концентрация ионов калия, в то время как натрия и хлора меньше, чем снаружи. В состоянии покоя мембрана обладает высокой проницаемостью для ионов калия и практически не пропускает ионы натрия и хлора. Хотя калий может свободно покидать клетку, его уровень остается стабильным благодаря отрицательному заряду на внутренней стороне мембраны. Таким образом, на калий воздействуют две силы, находящиеся в состоянии равновесия: осмотические (градиент концентрации ионов  $K^+$ ) и электрические (заряд мембраны). Это приводит к тому, что количество ионов калия, поступающих в клетку, соответствует количеству ионов, покидающих ее. Движение калия осуществляется через *калиевые каналы утечки*, открытые в состоянии покоя. Величину заряда мембраны, при которой ионы калия находятся в равновесии, можно вычислить по уравнению Нернста:

$$E_m = E_k = RT / nF \ln [K^+]_н / [K^+]_{вн},$$

где  $E_k$  – равновесный потенциал для  $K^+$ ;

$R$  – газовая постоянная;

$T$  – абсолютная температура;

$F$  – число Фарадея;

$n$  – валентность  $K^+$  (+1),  $[K^+]_н$  –  $[K^+]_{вн}$  – наружная и внутренняя концентрации  $K^+$ .

Величина равновесного потенциала составляет приблизительно  $-95$  мВ, что соответствует диапазону мембранного потенциала возбудимых клеток. Различия в потенциале покоя (ПП) различных клеток, даже среди возбудимых, могут возникать по трем основным причинам:

- различие во внутриклеточных и внеклеточных концентрациях ионов калия в различных тканях;
- работа натрий-калиевой АТФазы, которая влияет на значение заряда, так как она выводит из клетки  $3 \text{ Na}^+$  в обмен на  $2 \text{ K}^+$ ;
- хотя мембрана имеет низкую проницаемость для натрия и хлора, эти ионы все же способны проникать в клетки, хотя и в  $10-100$  раз менее эффективно, чем калий.

Чтобы учесть проникновение других ионов в клетку существует уравнение Нернста-Гольдмана:

$$E_m = RT / nF \ln \frac{P_K [K^+]_{\text{вн}} + P_{\text{Na}} [Na^+]_{\text{вн}} + P_{\text{Cl}} [Cl^-]_{\text{н}}}{P_K [K^+]_{\text{н}} + P_{\text{Na}} [Na^+]_{\text{н}} + P_{\text{Cl}} [Cl^-]_{\text{вн}}}$$

где  $E_m$  – мембранный потенциал;

$R$  – газовая постоянная;

$T$  – абсолютная температура;

$F$  – число Фарадея;

$P_K$ ,  $P_{\text{Na}}$  и  $P_{\text{Cl}}$  – константы проницаемости мембраны для  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , соответственно;

$[K^+]_{\text{н}}$ ,  $[K^+]_{\text{вн}}$ ,  $[Na^+]_{\text{н}}$ ,  $[Na^+]_{\text{вн}}$ ,  $[Cl^-]_{\text{н}}$  и  $[Cl^-]_{\text{вн}}$  – концентрации  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  снаружи (н) и внутри (вн) клетки.

Такое уравнение позволяет установить более точную величину ПП. Обычно мембрана оказывается на несколько мВ менее поляризована по сравнению с равновесным потенциалом для  $\text{K}^+$ .

Возможность генерации потенциала действия может проявляться в нервных клетках. При превышении порогового уровня раздражения нервной ткани или мышца происходит быстрое снижение их покоящегося потенциала, сопровождающееся мгновенным изменением зарядки клеточной мембраны на доли секунды: внутренняя сторона становится более положительной по отношению к внешней, затем потенциал восстанавливается. Такое временное отклонение потенциала от нормы, возникающее во время активации клеток, именуется потенциалом действия.

Формирование ПД становится возможным благодаря неравновесному состоянию ионов натрия по сравнению с калием. Заменяя калий на натрий в уравнении Нернста, можем определить равновесный по-

тенциал, который составит около +60 милливольт. В период деполяризации наблюдается временное усиление пропускания натрия через мембрану. В данном случае натрий будет внедряться внутрь клетки благодаря взаимодействию двух факторов: разнице концентраций и электрическому потенциалу клеточной мембраны, – пытаюсь выровнять ее заряд до своего равновесия. Движение натрия осуществляется по *потенциал-зависимым натриевым каналам*, которые открываются в ответ на смещение мембранного потенциала, после чего сами инактивируются.

*На записи ПД выглядит как кратковременный пик, имеющий несколько фаз.*

*Деполяризация (фаза нарастания)* – увеличение проницаемости для натрия из-за открытия натриевых каналов. Натрий стремится к своему равновесному потенциалу, но не достигает его, так как канал успевает инактивироваться.

*Реполяризация* – возвращение заряда к величине потенциала покоя. Помимо калиевых каналов утечки, здесь подключаются потенциал-зависимые калиевые каналы (активируются от деполяризации). В это время калий выходит из клетки, возвращаясь к своему равновесному потенциалу.

*Гиперполяризация (не всегда)* – возникает в случаях, если равновесный потенциал по калию превышает по модулю ПП. Возвращение к ПП происходит после возвращения к равновесному потенциалу по  $K^+$ .

Во время ПД происходит изменение полярности заряда мембраны. Фаза ПД, при которой заряд мембраны положителен, называется *овершутом*.

*Генерация потенциала действия (ПД)* – это фундаментальный процесс, лежащий в основе передачи нервных импульсов. Ключевую роль в этом процессе играют потенциал-управляемые натриевые каналы, сложные белковые структуры, встроенные в клеточную мембрану нейрона. Эти каналы обладают уникальным механизмом активации и инактивации, определяющим форму и характеристики ПД. Представьте себе эти каналы как сложные шлюзы, регулирующие поток ионов натрия внутрь клетки. Шлюзы состоят из двух «дверей»: активационных ворот (М-ворота) и инактивационных ворот (Н-ворота). В состоянии покоя, когда нейрон находится в покое, М-ворота открыты, а Н-ворота закрыты. Это подобно тому, как запертая дверь имеет открытый засов, но сама дверь закрыта. В таком состоянии поток натрия внутрь клетки минимален, поддерживая отрицательный мембранный

потенциал. Однако, когда клетка получает достаточно сильный стимул, происходит деполяризация – изменение мембранного потенциала в сторону менее отрицательных значений. Этот стимул может быть химическим (нейромедиатор), электрическим или механическим.

*Деполяризация* – это словно ключ, который начинает поворачивать засов. М-ворота быстро открываются в ответ на изменение мембранного потенциала. Это приводит к тому, что ионы натрия, движимые электрохимическим градиентом (разница в концентрации и заряде между внутренней и внешней сторонами мембраны), начинают быстро входить в клетку. Обратите внимание, что Н-ворота на этом этапе еще закрыты. Поток натрия внутрь клетки приводит к дальнейшей деполяризации, создавая положительную обратную связь: чем больше натрия входит, тем сильнее деполяризация, тем больше открывается каналов, и тем больше натрия входит. Эта лавинообразная реакция лежит в основе быстрого возрастания мембранного потенциала во время ПД. Однако эта положительная обратная связь не может продолжаться бесконечно. Инактивационные ворота (Н-ворота) постепенно закрываются, замедляя и в конечном счете блокируя дальнейший приток натрия. Это происходит с некоторой задержкой, что позволяет мембранному потенциалу достичь своего пика. Ток натрия возможен только пока М-ворота открыты, а Н-ворота еще закрыты. Когда Н-ворота закрываются, канал инактивируется независимо от того, открыты ли М-ворота.

Минимальная сила стимула, необходимая для запуска этого процесса, называется *пороговым стимулом*. Если стимул ниже порога, ПД не возникнет – это принцип «все или ничего». Величина ПД всегда одинакова независимо от силы стимула, превышающего порог. После достижения пика ПД происходит *реполяризация* – восстановление отрицательного мембранного потенциала. Это происходит благодаря выходу ионов калия из клетки. На этом этапе открываются потенциал-зависимые калиевые каналы, дополнительно увеличивая калиевый ток. М-ворота быстро закрываются, но Н-ворота открываются гораздо медленнее. Период времени, когда натриевые каналы инактивированы, а М-ворота еще не успели снова открыться, называется *периодом рефрактерности*. В этот период нейрон не способен генерировать новый ПД, что предотвращает чрезмерную возбудимость и обеспечивает направленность распространения сигнала. В этот период даже очень сильный стимул не вызовет новый ПД.

Восстановление исходных концентраций ионов внутри и вне клетки обеспечивается натрий-калиевой АТФазой – ферментом, который

активно перекачивает ионы натрия из клетки и ионы калия внутрь клетки с затратой энергии АТФ. Этот фермент, работая подобно насосу, восстанавливает ионный баланс, возвращая мембранный потенциал к его исходному значению, готовя нейрон к генерации следующего потенциала действия. Три иона натрия выводятся из клетки на каждые два иона калия, которые закачиваются в клетку, что поддерживает электрохимический градиент и обеспечивает готовность к следующему циклу генерации потенциала действия.

*В заключение хочется отметить, что сложная система активации и инактивации натриевых каналов, в сочетании с калиевыми каналами и работой натрий-калиевой АТФазы, обеспечивает надежную и высокоскоростную передачу нервных импульсов.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смык, А. Ф. История физики в открытиях и изобретениях: монография / А. Ф. Смык. – М.: МАДИ, 2023. – 204 с.

УДК 535.36

**Ткачева А. А.**, студентка 1-го курса

факультета биотехнологии и аквакультуры

### **ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ СВЕТ В НАУКЕ И ЖИЗНИ**

*Научный руководитель – **Вчерашняя В. В.**, преподаватель-стажер кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** свет, поляризация, поляризованный свет, линейная поляризация, оптика, аграрные технологии, дистанционный мониторинг, фотоника, поляризационные фильтры.

**Аннотация.** В статье рассматривается физическое явление поляризации света, его природа и основные способы получения поляризованного излучения. Описаны практические области применения, включая повседневную жизнь, научные исследования.

**Keywords:** light, polarization, polarized light, linear polarization, optics, agricultural technologies, remote sensing, photonics, polarizing filters.

**Summary.** The article discusses the physical phenomenon of light polarization, its nature, and the main methods of producing polarized radiation. Practical areas of application are described, including everyday life, scientific research.

Свет представляет собой электромагнитное излучение, которое может распространяться в пространстве в виде волн. Одной из его важных характеристик является поляризация – упорядоченность колебаний векторного поля световой волны в определенной плоскости. Хотя в природе свет чаще всего неполяризован, т. е. колебания происходят во всех возможных направлениях, – существуют способы получить поляризованный свет, и именно он широко применяется в технике, медицине и аграрных науках.

Понимание поляризации позволяет не только объяснить некоторые оптические явления, но и использовать это знание на практике – например, для устранения бликов, анализа структуры материалов или мониторинга состояния растений [1].

*Что такое поляризованный свет.*

Поляризованным называют свет, в котором колебания электрического поля происходят преимущественно в одной плоскости.

Существуют различные типы поляризации [2]:

- линейная – вектор электрического поля колеблется в одной плоскости;
- круговая – вектор описывает окружность при распространении света;
- эллиптическая – вектор перемещается по эллипсу.

Наиболее распространена линейная поляризация, которая возникает, например, при отражении света от неметаллических поверхностей, таких как вода или стекло. Этот эффект используется во многих прикладных задачах.

*Применение поляризованного света.*

Поляризация света является важным физическим явлением, которое находит широкое применение в различных сферах жизни и науки, улучшая качество и эффективность технологий. Рассмотрим несколько ярких примеров использования поляризованного света [3, 4, 5].

Поляризованный свет находит разнообразное применение в различных областях, от науки до повседневных технологий. В строительстве и машиностроении он используется для анализа напряжений в конструкциях. Чтобы определить, в каких частях детали нагрузка будет наибольшей, создаются модели из целлулоида, которые затем исследуются с помощью поляризованного света. Это позволяет визуализировать места с повышенными напряжениями и таким образом оптимизировать конструкцию, усиливая ее в необходимых местах или облегчая в других.

В геологии поляризованный свет помогает точно различать природные и искусственные минералы, а также подлинные образцы от поддельных. Такой метод используется для более детального изучения структуры минералов, что важно при оценке их качества, например, в ювелирной промышленности.

В фотографии поляризационные фильтры позволяют устранять нежелательные отражения при съемке, например, картин в застекленных рамах. Это улучшает качество изображения, убирая блики от стекла, и позволяет сохранить оригинальные цвета и детали.

В автомобилестроении и транспорте поляризационные очки становятся важным инструментом для водителей, особенно ночью. Они помогают значительно уменьшить слепящие блики от фар встречных автомобилей, улучшая видимость и повышая безопасность на дорогах.

На морском судоходстве капитаны кораблей используют поляризационные бинокли для навигации. Они помогают исключить блики от поверхности воды, обеспечивая четкое наблюдение и способствуя точному движению по курсу.

В научных исследованиях поляризационные микроскопы помогают ученым изучать тончайшие срезы различных материалов, таких как минералы и биологические образцы. Поляризованный свет позволяет выявить структуры вещества, которые невозможно увидеть при обычном освещении, что важно для точных исследований в различных областях науки.

В стекольной промышленности поляризованный свет используется для контроля качества закалки стекла. Этот метод помогает определить равномерность закалки и выявить дефекты, что важно для производства безопасного и долговечного стекла.

В медицине поляризованный свет также имеет значительное применение, например, для диагностики опухолей. Он позволяет выявить аномалии в тканях, что способствует более раннему обнаружению заболеваний и улучшению методов диагностики.

Кроме того, поляризованный свет используется в 3D-технологиях, таких как 3D-очки, для создания объемных изображений. Это позволяет улучшить восприятие 3D-контента, который активно используется в кино, играх и виртуальной реальности.

**Заключение.** Поляризация света – одно из ключевых оптических явлений, имеющее не только фундаментальное значение для физики, но и широкое прикладное значение в науке, технике, медицине и сельском хозяйстве. Понимание природы поляризованного излучения и

способов его получения позволяет использовать его для решения практических задач: от повышения точности научных исследований до улучшения безопасности и комфорта в повседневной жизни. Особенно важно то, что поляризованный свет становится инструментом в диагностике материалов, мониторинге состояния живых организмов и создании высокотехнологичных визуальных решений. Таким образом, поляризация света – это не просто физическое явление, а важный ресурс современного научно-технического прогресса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иродов, И. В. Волновые процессы. Основные законы: учеб. пособие для вузов / И. В. Иродов. – М.: Бинум, лаборатория знаний, 2004.
2. Жевандро, Н. Д. Поляризация света / Н. Д. Жевандро. – М.: Наука, 1969.
3. Научно-творческий форум: междунар. конф. учащихся. – URL: <https://schoolconf.com/archive/> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей. – URL: <https://nczd.ru/poljarizovannyj-svet/> (дата обращения: 01.04.2025).
5. Студенческий справочник. – URL: [https://spravochnik.ru/fizika/fizicheskaya-ortika/primenenie\\_polyarizacii\\_sveta/](https://spravochnik.ru/fizika/fizicheskaya-ortika/primenenie_polyarizacii_sveta/) (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 530.1

**Улисков В. Н., Баранников С. В.**, студенты 1-го курса  
агротехнологического факультета

### **НИКОЛА ТЕСЛА И ЕГО РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ОТКРЫТИЯ**

*Научный руководитель – Вчерашняя В. В., преподаватель-стажер  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Никола Тесла, переменный ток, беспроводная передача энергии, трансформатор Теслы, радиосвязь, электротехника, альтернативная энергетика.

**Аннотация.** Статья посвящена научным достижениям Николы Теслы, которые оказали значительное влияние на развитие мировой науки и технологий. Рассматриваются его ключевые открытия в области электротехники, беспроводной передачи энергии и радиосвязи. Оценивается вклад ученого в современную науку и перспективы использования его идей в XXI в.

**Keywords:** Nikola Tesla, alternating current, wireless energy transmission, Tesla coil, radio communication, electrical engineering, alternative energy.

**Summary.** The article is dedicated to the scientific achievements of Nikola Tesla, which had a significant impact on the development of global science and technology. His key discoveries in electrical engineering, wireless energy transmission, and radio communication are examined. The contribution of the scientist to modern science and the prospects for applying his ideas in the 21st century are evaluated.

Научный прогресс в XIX–XX вв. во многом обязан выдающимся исследователям, среди которых особое место занимает Никола Тесла. Его изобретения и теоретические разработки в области электричества, электромагнитных волн и беспроводной передачи энергии заложили основу для развития множества современных технологий. В данной статье рассматриваются ключевые открытия Теслы, их влияние на науку и перспективы использования его идей в будущем [1].

Никола Тесла родился в июле 1856 г. (Хорватия). Способности Николы начали проявляться с раннего детства, он поражал учителей отличной памятью и умением решать сложные математические задачи. Интересу к электричеству способствовали эксперименты с различными приборами и самостоятельная работа с водяными турбинами. В 1875 г. Тесла поступил в Высшую техническую школу в Граце, где задумался над несовершенством машин постоянного тока и пришел к выводу о необходимости использования переменного тока. В 1878 г. Тесла поступил на философский факультет Пражского университета, где изучал философию, математику и физику. В 1881 г. Тесла начал работать инженером в Венгерской правительственной телеграфной компании, а позже перешел в Парижскую компанию, где предложил улучшения для электродвигателей постоянного тока и построил электростанцию для железнодорожного вокзала в Страсбурге. В 1884 г. Тесла переехал в США, где он присоединился к мастерским Эдисона. Вскоре он стал известен за свои разработки в области переменного тока, создав эффективные генераторы и трансформаторы, что привело к созданию собственной компании и масштабным проектам по освещению городов [2].

С 1888 г. сотрудничал с американцем Джорджем Вестингаузом. Промышленник выкупил у изобретателя почти все патенты и пригласил на работу в лабораторию собственной компании. Тесла отказался, понимая, что это ограничит его свободу. 1888–1895 гг. были наиболее плодотворными, ученый исследовал высокочастотные магнитные поля [3].

Среди крупнейших достижений ученого – разработка системы переменного тока, трансформатора Теслы, радиуправления и эксперименты по беспроводной передаче энергии. Многие его идеи опередили свое время и стали основой современных технологий.

Никола Тесла создал множество изобретений, которые стали настоящим прорывом в науке и технике. Одним из самых значимых его вкладов является переменный ток, который он предложил как более дешевую и эффективную альтернативу постоянному току, что стало основой для современного электроснабжения. Катушка Теслы, разработанная для беспроводной передачи электричества, дала новое понимание генерирования и распространения тока. Это изобретение стало важным этапом в его исследованиях, направленных на создание новых технологий передачи энергии.

Его работы по электрическим двигателям привели к созданию современных электромобилей, электроинструментов и других устройств, которые используют электродвигатели. Трансформаторные подстанции, разработанные Теслой, обеспечивали электроэнергией несколько городов США и положили начало созданию современных электростанций. Тесла также усовершенствовал технологию неоновой освещенности, сделав его доступным для рекламы и массового использования.

Работы Теслы над асинхронным двигателем, который использует переменный ток, стали основой для большинства современных электрических устройств, от бытовой техники до промышленного оборудования. В последние годы жизни Тесла занимался разработкой лучевого оружия, основанного на идее свободной энергии, хотя все его исследования в этой области были засекречены [3, 4, 5].

**Заключение.** Никола Тесла был выдающимся ученым и изобретателем, чьи идеи и разработки оказали неопределимое влияние на развитие науки и техники. Его революционные концепции и инновационные подходы стали основой множества современных технологий, которые изменили мир. Переменный ток, радиосвязь, беспроводные технологии – все эти достижения стали возможными благодаря его трудам, и их влияние ощущается в нашей повседневной жизни.

Наследие Теслы продолжает вдохновлять исследователей и инженеров на поиск новых решений в самых разных областях. Современные разработки в сфере энергетики, коммуникаций и медицины основаны на принципах, предложенных Теслой. Его идеи о беспроводной передаче энергии и возможности создания глобальных энергетических сетей остаются актуальными и могут быть реализованы в будущем, открывая новые горизонты для человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фейгин, О. О. Никола Тесла. Великие изобретения и открытия / О. О. Фейгин. – М., 2012. – 256 с.
2. Прилепская, Л. Л. Энергоресурсы и наследие Н. Теслы. – URL: <https://journals.kuzstu.ru/article/334.pdf> (дата обращения 05.03.2025).
3. Владимирская областная научная библиотека. – URL: <https://library.vladimir.ru/ot-arximeda-do-hokinga/genij-nikola-tesla.html>. (дата обращения: 05.03.2025).
4. Шнейберг, Я. А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника) / Я. А. Шнейберг. – М., 2009. – 118 с.
5. Данилин, А. Г. Прорыв в гениальность / А. Г. Данилин. – М., 2008. – 376 с.

УДК 53.091

**Филон А. Н., Лагодич В. А.**, студенты 1-го курса  
агротехнологического факультета

### **ИСААК НЬЮТОН: БИОГРАФИЯ И ВКЛАД В НАУКУ**

*Научный руководитель – Вчерашняя В. В., преподаватель-стажер  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** Исаак Ньютон, физика, математика, закон всемирного тяготения, оптика.

**Аннотация.** Статья посвящена жизни и научной деятельности Исаака Ньютона, одного из величайших ученых в истории. Рассматриваются его основные достижения в области физики и математики, а также влияние на развитие науки. Обзор мировой литературы позволяет выделить актуальность исследования, цель и задачи работы, а также проанализировать результаты, сравнив их с мнениями других авторов.

**Keywords:** Isaac Newton, physics, mathematics, law of universal gravitation, optics, scientific revolution.

**Summary.** The article is devoted to the life and scientific work of Isaac Newton, one of the greatest scientists in history. His main achievements in the field of physics and mathematics, as well as his influence on the development of science, are considered. A review of the world literature allows us to highlight the relevance of the study, the purpose and objectives of the work, as well as analyze the results, comparing them with the opinions of other authors.

Исаак Ньютон является одной из самых значительных фигур в истории науки. Его работы положили начало современным физическим и математическим наукам, и его идеи продолжают оказывать влияние на

научное мышление. Актуальность исследования заключается в необходимости более глубокого понимания вклада Ньютона в науку и его роли в научной революции XVII в. Обзор мировой литературы показывает, что многие исследователи, такие как С. И. Вавилов, А. Т. Крылов, П. С. Кудрявцев, подчеркивают важность его открытий для дальнейшего развития науки.

Исаак Ньютон стал основоположником классической механики, которая служит основой и эталоном для всей классической науки. Ньютон также сыграл ключевую роль в формировании классической методологии научного исследования. Важно отметить, что в XVII в. происходил бурный процесс становления идей классической науки, который был связан с работой таких ученых, как Г. Галилей, И. Кеплер, Р. Декарт, Х. Гюйгенс, Р. Бойль, Р. Гук и Г. Лейбниц. Этот период подробно освещается в трудах Я. Г. Дорфмана [1], Б. И. Спасского [2] и других исследователей, которые представляют результаты исследований, связанных с творчеством Ньютона [7].

Исаак Ньютон родился 4 января 1643 г. в деревне Вулсторп, Англия. Еще с детства Ньютон начал увлекаться чтением и созданием технических игрушек. В 1655 г. он поступил в школу в Грэнтеме, а затем продолжил обучение в Кембриджском университете, где его приняли в Тринити-колледж без оплаты.

В 1665–1667 гг. он вернулся в Вулсторп, где сделал множество научных открытий, включая закон всемирного тяготения, который, по легенде, был вдохновлен падением яблока.

В 1667 г. Ньютон стал членом Тринити-колледжа, а в 1668 г. – магистром. В 1669 г. он был назначен профессором математики в Кембридже. Ньютон также занимался алхимией и разработал телескоп-рефлектор, который произвел впечатление на короля.

В 1672 г. он опубликовал работу о призмах и теории цвета, а в 1687 г. выпустил «Математические начала натуральной философии», в которой сформулировал три закона движения и закон всемирного тяготения. В 1704 г. вышла его монография «Оптика», содержащая основы математического анализа. В 1705 г. Ньютон был возведен в рыцарское достоинство за свои научные достижения [4].

Следует отметить, что возвращение в родной город дало Ньютону возможность сосредоточиться на своих размышлениях и научных изысканиях. Этот период стал решающим для формирования его научного мировоззрения. В результате Ньютон не только заложил основы классической механики, но и сделал ряд открытий, которые навсегда

изменили наше понимание природы. Его работы в области математики, оптики и физики открыли новые горизонты для науки, что привело к созданию законов движения и всемирного тяготения. Переходя к его выдающимся открытиям, следует отметить, что именно они стали основой для многих дальнейших исследований и разработок в различных областях науки.

#### *Закон всемирного тяготения.*

Одним из самых известных достижений Ньютона является формулировка закона всемирного тяготения. Он заявил, что все объекты во Вселенной притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Этот закон не только объяснил движение планет, но и стал основой для дальнейших исследований в астрономии и физике [5].

#### *Законы движения.*

В том же труде Ньютон представил три закона движения:

**Первый закон** (закон инерции) утверждает, что тело остается в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока на него не подействует внешняя сила.

**Второй закон** связывает силу, массу и ускорение, утверждая, что сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на его ускорение ( $F = ma$ ).

**Третий закон** гласит, что тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной прямой. Эти силы равны по модулю и противоположны по направлению.

Эти законы стали основой классической механики и изменили представления о движении и взаимодействии объектов [6].

#### *Вклад в оптику.*

Ньютон также сделал значительный вклад в оптику. Он исследовал природу света и цвета, создав теорию о том, что белый свет состоит из спектра цветов. В своих экспериментах с призмами он продемонстрировал, что свет можно разложить на составляющие цвета, что стало основой для дальнейших исследований в области оптики [7].

#### *Математика и калькуляция*

Ньютон также внес значительный вклад в математику, разработав основы дифференциального и интегрального исчисления. Хотя его работы в этой области были независимы от работ Лейбница, оба ученых в конечном счете были признаны основателями исчисления. Ньютон использовал свои математические методы для решения физических задач, что стало важным шагом в развитии теоретической физики [6].

**Заключение.** Работы Исаака Ньютона оказали большое влияние на развитие науки, сформировав фундамент, на котором строились последующие достижения в различных областях. Его открытия в области физики, математики и оптики стали основой для многих дальнейших исследований и открытий, изменив наше понимание законов природы. Ньютон заложил основы классической механики, разработал методы математического анализа и открыл новые горизонты в изучении света, что дало толчок к развитию оптики как самостоятельной науки.

Его три закона движения и закон всемирного тяготения не только объяснили множество явлений, но и стали основой для дальнейших исследований в астрономии и инженерии. Вклад Ньютона в математический анализ, включая его метод флюксий, открыл новые возможности для решения сложных задач, что стало важным инструментом для ученых будущих поколений.

Кроме того, его исследования в области оптики, включая эксперименты с призмами и теорию цвета, заложили основу для современных технологий, таких как фотография и лазеры. Наследие Ньютона продолжает влиять на науку и образование, его идеи остаются актуальными и востребованными, вдохновляя ученых по всему миру.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII века / Я. Г. Дорфман. – М.: Наука, 1974. – 224 с.
2. Спасский, Б. И. История физики / Б. И. Спасский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1977. – Ч. 1. – 130 с.
3. Князев, В. Н. Исаак Ньютон: ученый и мыслитель (к 375-летию со дня рождения) / В. Н. Князев // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2021. – № 17. – С. 215–220.
4. Университетская библиотека ONLINE/. – URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=author\\_red&id=10354](https://biblioclub.ru/index.php?page=author_red&id=10354) (дата обращения: 28.01.2025).
5. Михайлов, В. Н. Закон всемирного тяготения / В. Н. Михайлов. – Изд. 3-е, перераб. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 144 с.
6. Шадрин, А. А. Законы Ньютона. Безынерционное движение тел / А. А. Шадрин. – Екатеринбург, 2019. – 424 с.
7. Ньютон, И. Оптика, или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света / И. Ньютон. – М.-Л.: ГИЗ, 1927. – 374 с. – (Серия «Классики естествознания»).

УДК 53(09)

**Хусаинов А. Д., Сердюков А. В.**, студенты 1-го курса  
факультета механизации сельского хозяйства

## **ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ЭФФЕКТА ХОЛЛА**

*Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель  
кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** эффект Холла, поперечная разность потенциалов, магнитное поле.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается история открытия эффекта Холла. Показана историческая значимость открытого эффекта в изучении электрических свойств металлов и свойств твердого тела.

**Keywords:** Hall effect, transverse potential difference, magnetic field.

**Summary.** This article examines the history of the discovery of the Hall effect. The historical significance of the open effect in the study of the electrical properties of metals and the properties of solids is shown.

Всего за неделю до смерти Джеймса Клерка Максвелла, 28 октября 1879 г., Эдвин Герберт Холл получил первые положительные данные об эффекте, который теперь носит его имя. Окончив Боудоин-колледж, Холл в 1877 г. поступил в аспирантуру Университета Джона Хопкинса в Балтиморе, чтобы изучать физику под руководством Генри Роуланда, недавно назначенного на кафедру физики. Читая книгу Максвелла «Электричество и магнетизм» (Maxwell, 1873) в связи с лекциями профессора Роуланда, Холл наткнулся на следующее утверждение: «Следует тщательно помнить, что механическая сила, которая действует на проводник, по которому течет ток, перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, воздействует не на электрический ток, а на проводник, по которому он проходит. Если проводник представляет собой вращающийся диск или жидкость, он будет двигаться, подчиняясь этой силе; и это движение может сопровождаться, а может и не сопровождаться изменением положения электрического тока, который он переносит. Но если ток сам по себе может свободно проходить по твердому проводнику или сети проводов, то, когда на систему воздействует постоянная магнитная сила, путь тока по проводникам изменяется не навсегда, а после определенных переходных явлений, называемых индукционными токами».

Холл расценил это утверждение как «противоречащее самому естественному предположению», и его доводы можно резюмировать следующим образом:

1) сила возникает только благодаря наличию тока, протекающего по проводнику;

2) величина силы прямо пропорциональна силе тока, при этом размер и материал проводника не имеют значения;

3) в электростатике основные силы рассматривались как действующие между зарядами, а не между телами.

Еще больше сомнений вызвало заявление Эрика Эдлунда, профессора физики Шведской королевской академии наук, в статье, которую прочитал Холл, об «однополярной индукции» (термин Эдлунда использовался для обозначения 1878 г.). Эта категория индукционных явлений определяется Эдлундом как «индукция, обусловленная тем обстоятельством, что проводник движется относительно магнита без обязательного изменения расстояния от полюсов последнего до различных точек проводника и без увеличения или уменьшения магнитного момента». В статье Эдлунда обсуждалось несколько экспериментальных схем, иллюстрирующих явления такого типа, и Холлу было ясно, что сделано предположение о том, что в неподвижном проводнике магнит воздействует на ток. Обнаружив, что Эдлунд явно не согласен с Максвеллом, Холл, естественно, обратился к Роуланду. Он обнаружил, что Роуланд не только не согласен с Максвеллом, но и уже пытался обнаружить некоторое воздействие магнита на ток, текущий в неподвижном проводнике.

Ему это не удалось, но его мнение по этому вопросу было далеко не исчерпанным, и он одобрил план Холла продолжить расследование этого вопроса. Так началась серия исследований, которые в конечном счете привели к открытию Холла и стали темой его докторской диссертации, озаглавленной «О новом действии магнетизма на постоянный электрический ток». Новое действие, о котором говорилось, – это появление поперечной разности потенциалов в проводнике, зафиксированном в определенном положении относительно постоянного магнитного поля, приложенного под прямым углом к току, текущему в проводнике. Это «напряжение Холла», как его теперь называют, перпендикулярно как току, так и приложенному полю. Так получилось, что Роуланд в своем неудачном эксперименте использовал схему, почти идентичную той, которую в конечном счете успешно использовал Холл. Более того, Видеман в работе 1872 г. описал эксперимент с использованием аналогичной схемы, специально задуманный как демон-

страция того, что такого эффекта не существует. Поэтому неудивительно, что Роуланд после обсуждения с другими исследователями изначально выбрал другое направление. Это было основано на следующем соображении (Холл, 1879): «Если электрический ток в неподвижном проводнике сам притягивается магнитом, то ток должен быть направлен на одну сторону провода и, следовательно, испытываемое сопротивление должно быть увеличено».

В своих первых двух опубликованных работах (1879, 1880) Холл описывает две экспериментальные вариации на эту тему. В одной из них проводник был изготовлен из серебряной проволоки диаметром около 0,5 мм. Сначала проволока была пропущена через треугольную матрицу, чтобы придать ей поперечное сечение такой формы. Идея Холла заключалась в том, что требуемое увеличение сопротивления было бы более эффективным, если бы ток можно было направить в одну из вершин. Затем проволока была свернута в плоскую спираль, отшлифована между двумя дисками из твердой резины и помещена между полюсами электромагнита таким образом, чтобы линии магнитного потока проходили через спираль под прямым углом к ее плоскости и, следовательно, к току. Сделав спираль одним из плечей моста Уитстона и используя гальванометр Томсона с низким сопротивлением, Холл добился такой чувствительности, что смог обнаружить изменение сопротивления в одну миллионную долю. При проведении 13 серий наблюдений по 40 показаниям в каждой, проведенных в период с 7 по 11 октября 1879 г., не наблюдалось последовательного эффекта значительной величины. Ранее в этом году появились некоторые признаки повышения сопротивления, однако Холл решил, что здесь проявляется тепловой эффект. В конце концов он объяснил это механическим напряжением, возникающим в проводе при его сдавливании между притягивающими полюсами электромагнита.

Другой вариант эксперимента такого типа был предложен Роуландом. Это заключалось в пропускании тока радиально от центра к периферии диска из сусального золота и повторном приложении магнитного поля, перпендикулярного плоскости диска. Считалось, что это исказит линии протекания тока от радиусов к спиральным дугам и, следовательно, приведет к увеличению сопротивления. Результат снова оказался отрицательным, и было решено отказаться от этого направления расследования и вернуться к аппаратуре, ранее использовавшейся Роуландом.

Холл (1879) продолжает эту историю: «Но, хотя, по-видимому, приведенные выше эксперименты являются убедительными в отноше-

нии любого изменения сопротивления, их недостаточно для доказательства того, что магнит не может воздействовать на электрический ток. Если предположить, что электричество представляет собой несжимаемую жидкость, как некоторые предполагают, мы можем предположить, что электрический ток, протекающий по проводу, нельзя направить в одну сторону провода или заставить его течь каким-либо иным образом, кроме симметричного. Магнит может отклонять ток, сам того не желая. Это очевидно, однако в этом случае в проводнике будет существовать напряженное состояние, когда электричество будет как бы прижиматься к одной стороне провода.

Рассуждая таким образом, я счел необходимым для тщательного изучения этого вопроса проверить разность потенциалов между точками на противоположных сторонах проводника. Это можно было бы сделать, повторив эксперимент, ранее проведенный профессором Роуландом, который заключался в следующем: диск или полоса металла, образующая часть электрической цепи, помещалась между полюсами электромагнита, при этом диск пересекал силовые линии. Затем два полюса чувствительного гальванометра были соединены с различными частями диска, через который проходил электрический ток, до тех пор, пока не были найдены две точки с почти равными потенциалами. Затем включили ток и наблюдали за гальванометром, чтобы обнаружить любые признаки изменения относительного потенциала двух полюсов. Из-за того что металлический диск был значительной толщины, проведенный эксперимент на тот момент не дал никаких положительных результатов.

Теперь профессор Роуланд посоветовал мне при повторении этого эксперимента использовать в качестве металлической полоски сусальное золото, закрепленное на стеклянной пластинке. Я так и сделал, и, проведя эксперимент, как указано выше, 28 октября мне удалось получить в результате действия магнита определенное отклонение стрелки гальванометра. Это отклонение было слишком большим, чтобы его можно было объяснить прямым воздействием магнитного поля на стрелку гальванометра или какой-либо другой подобной причиной. Более того, это было постоянное отклонение, и поэтому его нельзя было объяснить индукцией. Эффект менялся на противоположный, когда магнит менял ориентацию. Он не менялся при перемещении щупов гальванометра с одного конца полоски на другой. Короче говоря, наблюдаемые явления были именно такими, какие мы ожидали бы увидеть, если бы электрический ток направлялся, но не перемещался, к одной стороне проводника».

Таким образом, предложение Роуанда относительно сусального золота оказалось решающим, и не из-за каких-либо особых свойств золота, а из-за значительного увеличения плотности тока, вызванного использованием очень тонких образцов.

Летом 1881 г. Холл совершил поездку по Европе и провел ряд дополнительных измерений в лаборатории Гельмгольца в Берлине. Он обобщил все свои результаты в докладе, зачитанном в Британской ассоциации на ее собрании в Йорке в том же году (Холл, 1881 г.).

Доклад Британской ассоциации был хорошо принят, и Кельвин сказал: «Предметом сообщения является, безусловно, величайшее открытие, сделанное в области электрических свойств металлов со времен Фарадея, – открытие, сравнимое с величайшим, сделанным Фарадеем». Таким образом, на эффект Холла была наложена печать подлинности, и многие исследователи приступили к работе в этой области. Вскоре было обнаружено, что это один из четырех поперечных эффектов, остальные теперь известны под названиями Эттингс-Хаузен, Нернст и Риги-Ледюк. Сам Холл приложил немало усилий для точного определения коэффициентов, связанных со всеми четырьмя эффектами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Храмов, Ю. А. Холл Эдвин Герберг (Hall Edwin Herbert) / Ю. А. Храмов // Физики: Биографический справочник / под ред. А. И. Ахиезера. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Наука, 1983.

2. Hall, Edwin. On a New Action of the Magnet on Electric Currents / Edwin Hall // American Journal of Mathematics. – Vol. 2. – 1879. Электрон. версия печ. изд. – URL: <https://web.archive.org/web/20070208040346/http://www.stenomuseet.dk/skoletj/elmag/kilde9.html> (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 53(09)

**Чудук А. Г.**, студент 1-го курса

факультета механизации сельского хозяйства

### **ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ**

*Научный руководитель – Цвыр А. В., ст. преподаватель кафедры высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Беларусь

**Ключевые слова:** эффект Пельтье, эффект Зеебека, эффект Томсона, термоэлектричество

**Аннотация.** В данной статье рассматривается история изучения и открытия термоэлектрических явлений.

**Keywords:** Peltier effect, Seebeck effect, Thomson effect, thermoelectricity.

**Summary.** This article examines the history of the study and discovery of thermoelectric phenomena.

Первые свидетельства прямого преобразования тепловой энергии в электрическую относятся к концу XVIII в. В те годы итальянский врач, физик, биолог и философ Луиджи Алоизио Гальвани, проводивший в Болонском университете эксперименты по воздействию электричества на животных, был близок к открытию того, что сейчас называется гальванизмом. В конце 1780-х гг. Гальвани случайно наблюдал сокращение мышц в образце мертвой лягушки, когда к ее голеностопным нервам прикасались токопроводящим ланцетом и одновременно испускали искры из находящейся поблизости электрической машины. Это неожиданное явление послужило основой для серии экспериментов, направленных на понимание роли электричества в жизни живых существ, которые в конечном счете привели к обнаружению мышечных сокращений у мертвых лягушек, когда мышцы и голеностопный нерв были закорочены с помощью металлического корпуса (рис. 1, *a*).

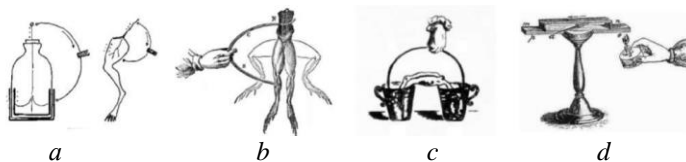


Рис. 1

Чтобы объяснить это явление, Гальвани предположил, что нервы и мышцы электрически неуравновешены и что сокращения мышц происходят, когда электрическое равновесие восстанавливается путем короткого замыкания нерва и мышц металлическим проводником, по аналогии с тем, что происходит в лейденской банке. Эти рассуждения привели его к выводу, что мышцы у живых существ действуют как своего рода резервуар для электричества, а разрядом такого электричества управляет мозг.

Несмотря на то что Гальвани не смог правильно объяснить это явление, его исследования вызвали интерес у итальянского физика и химика Алессандро Джузеппе Антонио Анастасио Вольты, который, проводя аналогичные эксперименты в университете Павии, заметил

особую эффективность дуг, изготовленных из разнородных металлов (рис. 1, *b*), в возбуждении мышечных сокращений. Затем он предположил возможность того, что сокращения мышц были вызваны некоторым количеством электричества, вырабатываемого извне, в конечном счете предполагающие, что электрическое неравновесие было вызвано металлическим контактом и что мышечные сокращения были простой реакцией на внешние раздражители. Чтобы подтвердить свой тезис, Вольта даже исследовал воздействие биметаллической дуги на свой собственный язык, почувствовав и правильно интерпретировав кислый вкус, который, по его мнению, вызван стимуляцией вкусовых нервов током, проходящим через его язык. Это явно противоречило гипотезе Гальвани о мышцах как электрических резервуарах и положило начало одному из наиболее обсуждаемых исследований.

Тем не менее Вольта не мог связать мышечные сокращения с разницей температур металлических соединений, пока не провел эксперимент, в котором мертвую лягушку готовили таким образом, что ее задние лапы погружали в стакан с водой, а позвоночник – в другой стакан с водой, и оба стекла были закорочены металлической дугой (рис. 1, *c*). В этой конфигурации Вольта смог наблюдать сильные сокращения мышц только в некоторых случаях, и он понял, что для возникновения сокращений необходима разница температур между водой в двух стаканах. После серии экспериментов Вольта пришел к правильному выводу, что электродвижущая сила возникает из-за разницы температур между контактами двух непохожих проводящих материалов, что в конечном счете привело к открытию термоэлектрического эффекта.

Это произошло более чем за двадцать лет до Иоганна Зеебека, немецкого физика из богатой семьи торговцев из прибалтийских немцев, который заметил, что замкнутая цепь, изготовленная из двух разнородных металлов, то есть термопара, отклоняет стрелку компаса, расположенного вблизи цепи, когда два ее соединения соприкасаются. Угол отклонения зависит от разницы температур между соединениями. Зеебек, сообщивший о своих результатах в 1821 г., ошибочно полагал, что наблюдаемое явление было вызвано магнетизмом из-за перепада температур, и этот вывод в конечном счете привел его к предположению, что магнитное поле Земли является следствием разницы температур между двумя холодными полюсами и горячим экватором. Это произошло после того, как датский физик Ханс Кристиан Эрстед в 1820 г. доказал, что электрические токи взаимодействуют с магнитны-

ми материалами. Более того, даже после того, как Ампер, Био, Савар, Лаплас и другие ученые изучали взаимодействие электрических токов с магнитными полями, Зеебек отрицал электрическую природу явления и называл наблюдаемый эффект термомагнетизмом. Хотя Зеебек неверно истолковал физическое происхождение этого явления, он построил установку, подобную той, что изображена на рис. 1, *d*, и измерил угол отклонения стрелки компаса с помощью ряда термопар, подвергнутых воздействию различных перепадов температур, что заложило основу для дальнейшего развития термоэлектричества.

Название «термоэлектрический» было позже придумано Эрстедом, который с помощью математика и физика Жана Батиста Жозеф Фурье несколькими годами позже создал первую термоэлектрическую батарею, изготовленную из трех брусков висмута и трех брусков сурьмы.

То же самое термоэлектрическое устройство было затем усовершенствовано двумя итальянскими физиками, Леопольдо Нобили и Македоньо Меллони, которые в 1831 г. представили во Французской академии художеств Science термоэлектрический элемент Эрстеда, состоящий из тридцати шести термопар из сурьмы и висмута, используемых для измерения температуры и инфракрасного излучения. Между тем научное сообщество правильно установило физическое происхождение наблюдений Зеебека как электромагнитное взаимодействие между самим магнитом и током, индуцируемым в замкнутой цепи с разницей температур, возникающей между металлическими контактами.

На сегодняшний день результаты исследований, проведенных в явлении электродвижущей силы, возникающей в результате температурных градиентов, получило название эффекта Зеебека, хотя, если быть более точным, оно было открыто гораздо раньше Алессандро Вольта и выражается коэффициентом Зеебека:

$$\alpha = - \frac{dU}{dT},$$

где  $U$  – электрический потенциал;

$T$  – абсолютная температура.

Понимание эффекта Зеебека, сопровождаемое развитием теорий об электромагнетизме, положило начало новой области исследований, связанной с преобразованием тепловых и электрических токов. В 1834 г. французский часовщик и по совместительству физик Жан Шарль Атаназ Пельтье открыл новую область исследований в области преобразования тепловых и электрических токов. Пельтье обнаружил, что при пропускании тока через изотермическое соединение разнород-

ных металлов соединение нагревается или охлаждается в зависимости от направления течения тока.

Пельтье приложил все усилия, пытаясь соотнести это явление с теорией рассеяния тепла Джоуля. Однако он неизбежно потерпел неудачу в поиске удовлетворительного объяснения, и неопределенность в отношении физического происхождения эффекта сохранялась вплоть до 1838 г. В том же году русский физик Генрих Фридрих Эмиль Ленц доказал, что эффект, открытый Пельтье, является автономным физическим явлением, не связанным напрямую с эффектом Джоуля, который заключается в выделении и поглощении дополнительного тепла соединениями между разнородными проводниками при пропускании через них тока.

Сегодня это явление получило название эффекта Пельтье и характеризуется количественно с помощью коэффициента Пельтье

$$\pi = \frac{Q}{i},$$

где  $Q$  – количество тепла, выделяемого или поглощаемого в соединении в единицу времени;

$i$  – электрический ток, протекающий через соединение.

Позже, в 1851 г., Генрих Густав Магнус обнаружил, что напряжение Зеебека не зависит от распределения температуры вдоль металлов, а только от разности температур между контактами. Это было прекрасным свидетельством того, что коэффициент Зеебека является термодинамической функцией состояния. Однако всестороннего термодинамического объяснения термоэлектрических эффектов пришлось ждать до 1854 г., когда британский физик-математик и инженер Уильям Томсон, также известный как лорд Кельвин, наконец-то опубликовал всеобъемлющую термодинамическую трактовку эффектов Зеебека и Пельтье. Томсон, который выполнил фундаментальные работы в университете Глазго по математическому анализу электричества и формулировке первого и второго законов термодинамики, смог предсказать существование третьего термоэлектрического эффекта, который проявляется в выделении или поглощении тепла при протекании тока в однородном материале и подвергается воздействию температурного градиента. Он установил, что количество передаваемого тепла пропорционально как электрическому току, так и градиенту температуры и что их взаимное направление определяет, поглощается тепло или выделяется. Этот эффект теперь называется эффектом Томсона.

Открытие и понимание трех фундаментальных термоэлектрических эффектов положили начало развитию новой области науки и техники, которая изучает и использует процессы преобразования тепловой и электрической энергии. Это был британский физик Джон Уильям Стратт Рэлей, который в 1885 г. предложил использовать эффект Зеебека для выработки электроэнергии. Во второй половине XIX в. для выработки электрического тока были разработаны и реализованы различные термоэлектрические устройства, состоящие из множества проводников, соединенных электрически последовательно и термически параллельно, и использующие горячие газы или жидкости в качестве источника тепла. Эти устройства получили название термоэлектрических генераторов (ТЭГ).

Полупроводниковая технология позволила повысить эффективность преобразований. Эти устройства, основанные на эффекте Пельтье, впоследствии получили название ячеек Пельтье, или просто охладителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Anatyshuk, L. I. Seebeck or Volta? / L. I. Anatyshuk // Journal of Thermoelectricity. – 1994. – № 1. – P. 9–10.
2. Ивашов, Е. Н. Применение термоэлектрических явлений в современных технологиях / Е. Н. Ивашов, М. П. Князева // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11-2. – С. 114–117.
3. Beretta, D. Thermoelectrics: From history, a window to the future / D. Beretta // Materials Science & Engineering R. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.mser.2018.09.001> (дата обращения: 21.03.2025).

УДК 004.9:378

**Шугов Т. С., Якимович Я. С.**, студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕЙМИФИКАЦИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

*Научный руководитель – Масич В. В., д-р пед. наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** гейминг, физика, обучение, образование.

**Аннотация.** Статья посвящена анализу обучающих цифровых платформ для использования в учебном процессе при изучении физики в высших учебных заведениях. А также в статье приводятся примеры

использования методов геймификации для различных форм работы на занятиях по физике.

**Keywords:** gaming, physics, training, education.

**Summary.** The article is devoted to the analysis of digital learning platforms for use in the educational process when studying physics in higher education institutions. The article also provides examples of using gamification methods for various forms of work in physics classes.

В мировой практике чрезвычайно быстро развернулось развитие дистанционного обучения. Карантинные ограничения и возможности современных цифровых технологий стали толчком к обновлению процесса образования и, в частности, активному внедрению новой ее формы – дистанционному образованию. Ведутся многочисленные дискуссии, возможно ли преподавать дисциплины естественно-научного цикла в дистанционной форме.

Игра для обучающихся – привычный способ взаимодействия, в ней они чувствуют себя удобнее всего. Обсуждение в форме игры позволяет избежать барьеров, таких как небольшой запас знаний или неспособность обосновать свою точку зрения. В учебном процессе используют следующие виды игр: игры-драматизации, ролевые игры, имитационные игры, деловые игры, организационно-деятельные, организационно-умственные, игры-тренинги, игры исследования и др. [1].

Игры являются эффективным инструментом воспитания умственной активности обучающихся, активизирующих психические процессы.

Применяя игровые технологии в обучении физике, надо соблюдать следующие условия:

- соответствие игры учебным целям урока;
- учет возрастных особенностей учащихся;
- умеренность в использовании игр на занятиях.

Процесс использования игровых элементов для мотивирования, структурирования и внедрения учебного процесса сегодня принято называть геймификацией, а обучение, реализуемое исключительно через достижение целей, задач и результатов игры, в мире называют *game-based learning*. Этот подход появился как ответ на необходимость создания более интерактивных и увлекательных методов обучения и работы в цифровую эпоху. Сущность геймификации – применение приемов, используемых в компьютерных играх, к любому другому неигровому виду деятельности. При этом игровые цели всегда должны служить приоритетным задачам определенной сферы деятельности человека – неигровой ситуации [2].

Геймификация проявляется в трех формах [3]:

1) соревнования с понятными задачами и правилами как главная составляющая игровой мотивации;

2) игра без победителя, привлекающая своим процессом;

3) эстетика, которая стремится визуализировать, сделать понятными и приятными цели, задачи, увеличить видимость результатов.

Можно указать такие основные механики в геймификации:

1) баллы – система баллов служит для измерения достижений пользователей в процессе взаимодействия с системой. Начисление баллов побуждает к соревнованиям и поощрению, помогая участникам чувствовать прогресс. Этот элемент широко применяется как в образовательных платформах, так и в корпоративных тренингах;

2) уровни – прогресс пользователя часто измеряется через уровни, символизирующие определенную степень достижений или знаний. Поднятие на новый уровень обычно сопровождается дополнительными вознаграждениями или открытием новых возможностей, что стимулирует дальнейшее обучение и активность;

3) таблицы лидеров – показывают рейтинги пользователей на основе их достижений (баллов, уровней), создавая элемент конкуренции и социального взаимодействия. Они мотивируют пользователей стремиться к лучшим результатам, поскольку результаты их работы становятся публичными;

4) бейджи и награды – награды в виде бейджей или значков удостоверяют достижения пользователя и могут использоваться как символы мастерства или выполнения задач. Эти элементы часто носят коллекционный характер, стимулируя пользователей к завершению дополнительных задач;

5) соревнования и вызовы – элемент соревнования может включать как индивидуальные, так и командные вызовы, которые побуждают к активному участию и взаимодействию между пользователями. Это создает динамичную среду, в которой каждый стремится достичь наилучших результатов.

Геймификация, как концепция, объединяет игровые элементы с неигровыми контекстами для повышения мотивации и вовлеченности пользователей. Ее история и развитие демонстрируют, как инновационные подходы могут изменить традиционные методы обучения, обеспечивая более интерактивную и увлекательную среду обучения [4].

Положительные эффекты геймификации в образовании:

1) повышение вовлеченности учащихся – использование игровых элементов способствует созданию конкурентной среды, где учащиеся

активно взаимодействуют с учебным материалом. Это стимулирует желание учащихся участвовать в учебном процессе и чувствовать свой прогресс;

2) повышение мотивации – геймификация стимулирует внутреннюю мотивацию через систему поощрений и немедленную обратную связь. Награждение за выполнение заданий (например, в виде бейджей или баллов) помогает учащимся видеть реальные результаты своей деятельности, что создает дополнительный стимул для продолжения обучения;

3) улучшение усвоения материала – игровой формат позволяет представить сложные концепции в виде интерактивных заданий или симуляций, что облегчает их понимание. Когда учебный материал представлен в форме испытаний и квестов, учащиеся больше вовлечены в процесс анализа и экспериментов. Такой подход способствует более глубокому усвоению теоретических знаний и их практическому применению;

4) развитие критического мышления – геймификация стимулирует учащихся к решению нестандартных задач, где нужно анализировать ситуации, принимать решения и искать оптимальные пути решения проблем. Такой подход способствует развитию аналитических и творческих способностей, которые являются важными компонентами критического мышления.

Примеры использования геймификации в образовании:

1) учебные платформы – современные образовательные платформы, такие как Kahoot и Quizizz, активно используют геймифицирующие элементы для проведения викторин и тестирований. Учащиеся соревнуются друг с другом, что повышает их активность и мотивацию к изучению предмета. Интерактивные викторины способствуют лучшему запоминанию информации и повышению интереса к обучению;

2) симуляции и интерактивные игры – в области физики применены симуляторы, использующих игровой подход, например:

Проект PhET [5] Interactive Simulations предоставляет много бесплатных симуляций по физике и другим предметам. Симуляции созданы с учетом исследований эффективности обучения, предоставляют визуализацию сложных процессов и побуждают к экспериментальным исследованиям, что делает их отличным средством для поддержки интерактивного обучения.

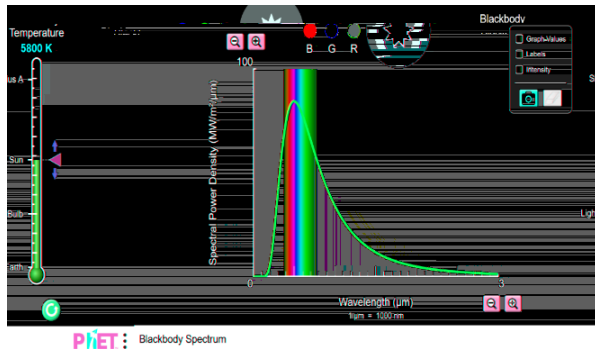


Рис. 1. Виртуальная лабораторная работа  
«Спектр абсолютно черного тела»

Ресурс Vascak.cz [6] – это сайт с интерактивными анимациями и симуляциями по физике, созданный для демонстрации и объяснения базовых физических явлений. Благодаря удобным HTML5-анимациям платформа способствует учащимся визуализировать экспериментальные процессы и закреплять теоретические знания с помощью интерактивных демонстраций.



Рис. 2. Виртуальная демонстрация  
«Эксперимент Резерфорда с золотой фольгой»

Веб-сайт Walter-Fendt [7] (рис. 3) предоставляет сборник интерактивных симуляций для изучения физики. Ранее представленные как Java-апплеты, сейчас симуляции функционируют на HTML5 и охватывают темы механики, колебаний, оптики, электродинамики и других физических дисциплин.



Рис. 3. Сборник интерактивных симуляций Walter-Fendt для изучения физики

Виртуальные лаборатории Amrita [8] (рис. 4) используются во многих дисциплинах, от физики до биотехнологий. Благодаря современным технологиям моделирования эти виртуальные лаборатории позволяют учащимся проводить эксперименты онлайн, изучать реальные процессы и получать дополнительные учебные материалы, такие как видео и тесты.



Рис. 4. Виртуальная лаборатория Amrita

Виртуальные лаборатории vlab.co.in [9] – это платформа, которая открывает доступ к большому количеству симуляционных лабораторий из различных областей науки и техники. Она позволяет учащимся удаленно выполнять эксперименты, что способствует как самостоятельному обучению, так и применению в качестве дополнительной поддержки во время традиционных лабораторных работ;

3) кейсы по корпоративному обучению – геймификация также находит применение в корпоративном обучении, где игровые элементы используются для повышения эффективности профессионального развития сотрудников. Это позволяет создать более динамичную среду, в которой участники активно участвуют в процессе обучения и быстро адаптируются к новым требованиям;

4) академические исследования – исследования, проведенные в рамках академических проектов, показали, что применение геймификационных методик в преподавании сложных предметов, таких как математика или физика, ведет к повышению успеваемости учащихся и развитию их аналитических способностей.

Таким образом, анализ использования геймификации в учебном процессе показал, что это эффективное направление, которое еще не дошло до своего пика развития. Дальнейшее использование геймификации в учебном процессе позволит усовершенствовать педагогический процесс, увлечь субъектов учебного процесса в активную деятельность, еще в большей степени придать процессу обучения интерактивных возможностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мерзлякова, О. П. Геймификация образовательного процесса как инструмент развития мышления школьников / О. П. Мерзлякова // Ученые записки орл. гос. ун-та. – № 3 (92). – 2021. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-obrazovatel'nogo-protsesta-kak-instrument-razvitiya-myshleniya-shkolnikov/viewer> (дата обращения: 24.03.2025).
2. Кокоулина, О. Геймификация и игровое обучение: в чем разница? / О. Кокоулина. – URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/geimifikatsiya-i-igrovoe-obuchenie/> (дата обращения: 25.03.2025).
3. Куликова, Н. А. Применение элементов геймификации на уроках математики с целью повышения познавательной мотивации школьников / Н. А. Куликова, О. П. Мерзлякова // Педагогическая перспектива. – 2021. – № 4. – С. 13–21.
4. Sebastian Deterding Dan Dixon Bristol Rilla Khaled Lennart Nacke. From game design elements to gamefulness: defining gamification. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/230854710\\_From\\_Game\\_Design\\_Elements\\_to\\_Gamefulness\\_Defining\\_Gamification](https://www.researchgate.net/publication/230854710_From_Game_Design_Elements_to_Gamefulness_Defining_Gamification) (date of access: 24.03.2025).
5. Phet. – URL: <https://phet.colorado.edu/be/> (дата обращения: 25.03.2025).
6. Vascak.cz. – URL: <https://visualscience.school.blog/2023/02/12/vascak-physics-simulations/> (дата обращения: 25.03.2025).
7. Walter-Fendt. – URL: <https://www.walter-fendt.de/html5/phen/> (дата обращения: 25.03.2025).
8. Amrita. – URL: <https://amrita.olabs.edu.in/> (дата обращения: 25.03.2025).
9. Vlab.co.in. – URL: <https://www.vlab.co.in/> (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 378-057.875:69

**Шугов Т. С., Якимович Я. С.**, студенты 1-го курса  
мелиоративно-строительного факультета

## **ЗНАЧЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

*Научный руководитель – Масич В. В., д-р пед. наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и физики*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** физика, проектная деятельность, инженер-строитель.

**Аннотация.** Статья посвящена изучению физики в учебном процессе вуза и ее применению в проектной деятельности студентов строительных специальностей.

**Keywords:** physics, project activity, construction engineer.

**Summary.** The article is devoted to the importance of studying physics and its application in the design activities of students of construction specialties.

Одним из основных видов деятельности для специалиста строительной отрасли является подготовка проектной деятельности. Для реализации новых подходов к элементам проектной деятельности будущих инженеров-строителей следует уточнить понятие «проектная деятельность». Под понятием проектная деятельность понимается детализация общего замысла проекта, представляющая систему действий по решению множества малых задач (элементов) самого различного содержания, каждая из которых обусловлена множеством условий, ограничений и критериев.

Проектная деятельность в строительстве представляет собой последовательность взаимосвязанных действий, целью которых является разработка технического решения для строительства нового объекта или реконструкции существующего. Включая как творческий, так и технический аспекты, проектирование требует от специалистов комплексного подхода, высоких знаний в области инженерии, архитектуры, физики и экономики.

Одним из важнейших элементов проектной деятельности является разработка концепции проекта. На этом этапе определяются основные требования к проекту, его функциональные и эстетические характери-

стики. Для строительного проекта концепция служит как один из ориентиров, который должен сочетать в себе все пожелания заказчика, а также учитывать экономические и технические реалии.

Проектирование в строительстве включает множество различных видов работ, каждый из которых имеет свою специфику и требует от специалистов различных знаний и навыков. В зависимости от характера и задач проектирование можно разделить на несколько типов. Рассмотрим основные из них.

#### *Архитектурное проектирование.*

Архитектурное проектирование – это разработка общей концепции и внешнего облика зданий и сооружений. Архитекторы определяют форму, размеры, материалы, цветовые решения, а также особенности взаимодействия объекта с окружающей средой. Здесь важна не только эстетика, но и функциональность, так как здание должно быть удобным для эксплуатации, соответствовать нормам безопасности и гармонично вписываться в пространство.

#### *Конструкторское проектирование.*

Конструкторское проектирование – это создание расчетных решений для прочности и устойчивости здания или сооружения. Инженеры-конструкторы разрабатывают конструкции, которые обеспечат долговечность и безопасность объекта. Важнейшей задачей является выбор материалов, проектирование фундаментов, стен, перекрытий и крыш, а также определение нагрузки, которую конструкция должна выдерживать.

#### *Инженерное проектирование.*

Инженерное проектирование включает в себя проектирование всех инженерных систем, необходимых для нормальной эксплуатации здания: водоснабжения, отопления, вентиляции, электроснабжения и освещения. Также сюда входит проектирование систем безопасности (пожарной сигнализации, видеонаблюдения, системы контроля доступа) и систем управления зданием.

#### *Специализированные виды проектирования*

Кроме этих основных видов проектирования, существуют и более узкие области, такие как проектирование дорог, мостов, инженерных сооружений, систем связи и т. д. Все эти виды проектирования требуют специфических знаний и тесной координации с другими специалистами.

В настоящее время одним из важных требований, предъявляемых к подготовке будущего инженера-строителя, является соответствие за-

просу современного строительного производства, которое заинтересовано в специалистах с высокой профессиональной подготовкой, умеющих творчески подходить к решению практически значимых задач. Поэтому наибольшее значение приобретают вопросы изменения содержания и характера профессионального обучения инженера строительного профиля курсу общей физики.

Исходя из этого, с уверенностью можно утверждать, что освоение курса общей физики будущими инженерами-строителями является тем фундаментом, который позволит им не только успешно освоить общетехнические и специальные дисциплины, но и овладеть одним из основных видов деятельности для специалиста данного направления.

Для разработки методики обучения элементам проектировочной деятельности будущих инженеров-строителей может быть использован метод сквозного проектирования, который широко распространен при разработке (проектировании) САПР, объектов строительства и архитектуры и представляет собой передачу результатов одного этапа проектирования на следующий в единой проектной среде; при этом изменения, вносимые на любом этапе, должны отображаться во всех частях проекта. Метод сквозного проектирования может быть реализован в «узком» смысле, то есть обучение элементам проектной деятельности организуется только на занятиях по физике (лекциях, практических и лабораторных занятиях), и в «широком» смысле – через всю подготовку будущего специалиста при изучении общепрофессиональных дисциплин и дисциплин по выбору.

Проанализировав всю собранную информацию, студенты приступают непосредственно к моделированию проектируемого объекта профессиональной деятельности. Создание его модели позволит студенту осуществить приближенный расчет объекта. Данный этап проектирования может охватывать ряд дисциплин не только гуманитарного и математического, но и естественно-научного подхода. Однако, говоря о роли курса общей физики в обучении проектной деятельности студентов, необходимо отметить, что моделирование объекта профессиональной деятельности позволит обучаемым «наложить» физические модели (материальная точка, абсолютно твердое тело, несжимаемая жидкость, линейный гармонический осциллятор и т. д.), законы и процессы на проектируемый объект с заранее заданными свойствами и условиями. Используя полученные модели, студенты могут проанализировать поведение объекта при различных воздействиях, а также определить кинематические, динамические и термодинамические характеристики объекта.

После того как модель объекта профессиональной деятельности составлена, то есть получена его физическая аналогия, совместно с преподавателем физики студентами создается понятийный аппарат. Данный этап целесообразно организовать на лекциях курса общей физики, осуществляя знакомство студентов с основными понятиями физических величин, необходимых для описания свойств проектируемого объекта и соответствующей ему физической модели, с законами и научными фактами. Эти знания могут применяться для решения проектных задач, тесно связанных с проектируемым объектом или с его физической моделью. Такая задача помогает преодолевать неосведомленность студентов, связанную в основном с информационной функцией обучения, активизировать их познавательную деятельность, а также повысить важность изучения данного курса.

Приводя пример использования физики в строительстве, можно рассмотреть Эйфелеву башню. На первый взгляд, это простая конструкция, но уровень сложности этого сооружения поражает. При проектировании и строительстве Эйфелевой башни использовались различные физические принципы, которые обеспечили ее прочность и устойчивость. Среди основных аспектов:

1. *Структурная механика.* Инженеры изучали нагрузки, действующие на башню, включая вес самой конструкции, людей и предметов, а также воздействие ветра. Знания о распределении сил и моментах позволили создать эффективный каркас.

2. *Аэродинамика.* Париж известен своими сильными ветрами, поэтому была проведена работа по аэродинамическим тестам, чтобы уменьшить воздействие ветра на башню. Особая форма конструкции помогла минимизировать сопротивление ветру и предотвратить возможные колебания.

3. *Материаловедение* – использовалась сварная конструкция из открытого проката стали, что обеспечивало одновременно легкость и прочность. Физические свойства стали, такие как прочность на сжатие и растяжение, играли ключевую роль в выборе материала.

4. *Геометрическое проектирование.* Угол наклона и симметричная форма башни помогли равномерно распределять нагрузки и уменьшать риск опрокидывания. Это также способствовало устойчивости конструкции.

5. *Термическое расширение.* При проектировании учли, что в различных условиях температуры сталь может менять свои размерные характеристики. Поэтому были предусмотрены специальные зазоры для компенсации этих изменений.

Эти физические принципы в совокупности позволили создать одну из самых известных и устойчивых конструкций в мире.

Также в пример можно привести небезызвестный висячий мост Золотые Ворота. Он соединяет город Сан-Франциско и южную часть округа Марин рядом с пригородом Сосалито.

При проектировании и строительстве моста Золотые Ворота (Golden Gate Bridge) использовались несколько ключевых физических принципов, обеспечивающих его прочность и долговечность, к основным физическим свойствам и явлениям, которые необходимо было учесть:

1. *Структурная механика.* Инженеры анализировали различные нагрузки, действующие на мост, включая вес конструкции, транспортные средства и влияние окружающей среды, такие как ветер и сейсмические нагрузки. Это помогло определить, как распределить силы и моменты по всей структуре.

2. *Тяга и сжатие.* Мост является подвесной конструкцией, где основная нагрузка передается через канаты. Эти канаты находятся под натяжением (тяга), а башни моста воспринимают нагрузку как сжатие. Это взаимодействие между компонентами критически важно для устойчивости моста.

3. *Аэродинамика.* Учитывая, что мост расположен в районе с сильными ветрами, была проведена работа по аэродинамическому анализу. Форма моста была оптимизирована для снижения сопротивления ветру и предотвращения колебаний, которые могут возникнуть под воздействием сильных порывов.

4. *Сейсмология.* Учитывая близость моста к Тихоокеанскому огненному кольцу, инженеры планировали его с учетом сейсмической активности. Были разработаны методы, позволяющие мосту выдерживать землетрясения.

5. *Материаловедение.* Использование стали высокого качества, которая обладает необходимыми прочностными характеристиками, позволило создать легкую, но прочную конструкцию. Физические свойства стали, такие как прочность на растяжение, были учтены при проектировании.

6. *Геометрия.* Высокие пилоны и изогнутые элементы моста создают стабильность и помогают равномерно распределять нагрузки. Геометрические пропорции были продуманы таким образом, чтобы гарантировать долговечность и эстетическую привлекательность.

Эти физические аспекты в совокупности обеспечили успешное строительство моста Золотые Ворота, который стал символом инженерного мастерства.

Проектная деятельность играет ключевую роль в подготовке студентов строительных специальностей, обеспечивая им не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для успешной карьеры в строительстве и архитектуре. Она позволяет студентам применять свои знания в реальных условиях, развивает критическое мышление и креативность, а также способствует улучшению навыков командной работы и коммуникации.

Кроме того, проектная деятельность помогает сформировать у студентов понимание важности устойчивого строительства и современных технологий, что очень актуально в условиях быстро меняющегося мира. Участие в проектной работе также развивает лидерские качества и уверенность в себе, что является важным аспектом профессионального роста.

В целом проектная деятельность не только углубляет понимание строительных процессов, но и формирует подготовленных специалистов, готовых к вызовам современной строительной отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тондл, Л. Методологические аспекты системного проектирования / Л. Тондл, И. Пейша // Вопросы философии. – 1982. – № 10. – С. 87.
2. Степин, В. В. Философия науки и техники: учеб. пособие / В. С. Степин, В. Г. Горохов, М. А. Розов. – М.: Контакт-Альфа, 1998. – 384 с.
3. Гуд, Г. Х. Системотехника. Введение в проектирование больших систем / Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол; пер. с англ. – М.: Сов. радио, 1962. – 383 с.
4. Энгельмейер, П. К. В защиту общих идей в технике / П. К. Энгельмейер // Вестник инженеров. – 1915. – № 3. – С. 99.
5. Виды проектирования в строительстве (gectaro.com). – URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/vtk673pmu1-vidi-i-etapi-proektirovaniya-v-stroitelstve> (дата обращения: 11.04.2025).
6. Соболева, В. В. Теоретические основы метода сквозного проектирования объектов профессиональной деятельности инженера-строителя при изучении курса общей физики / В. В. Соболева // Современные проблемы науки и образования: электрон. журн. – 2012. – № 3.

**Секция 3. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК В УЧРЕЖДЕНИЯХ  
ОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

УДК 626.826

**Байдаков К. Е.**, студент 3-го курса,

**Колгунова В. А.**, студентка 2-го курса

кафедры природообустройства и водопользования

**ЗАКРЫТЫЙ ДРЕНАЖ КАК НАИБОЛЕЕ СОВЕРШЕННЫЙ  
СПОСОБ ОСУШЕНИЯ**

*Научный руководитель – Байдакова Е. В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** дренаж, осушение, торфяные почвы, строительство.

**Аннотация.** В данной статье описывается закрытый дренаж, позволяющий регулировать водно-воздушный режим почвы в необходимых для получения высоких и устойчивых урожаев пределах, создавать достаточно крупные массивы осушаемых земель (до 200–300 га и более), производительно использовать сельскохозяйственную технику.

В основном проектируют и строят закрытые осушительные системы, все пахотные земли и долголетние культурные пастбища осушают закрытым дренажем. Открытые осушительные системы применяют при осушении земель под сенокосы и для предварительного осушения торфяных почв.

**Keywords:** drainage, drainage, peat soils, construction.

**Summary.** This article describes closed drainage, which makes it possible to regulate the water-air regime of the soil within the limits necessary for obtaining high and stable yields, to create sufficiently large tracts of drained land (up to 200-300 hectares or more), and to use agricultural machinery productively. Basically, closed drainage systems are designed and built, all arable land and long-term cultivated pastures are drained by closed drainage. Open drainage systems are used for the drainage of land for hay-fields and for the preliminary drainage of peat soils.

Строительство закрытых осушительных систем на торфяных почвах производят после предварительного их осушения открытыми ка-

налами для первичной осадки торфа. Открытые каналы для предварительного осушения торфяных почв прокладывают по тальвегам поверхности минерального дна; на болотах грунтового и грунтово-напорного питания в притеррасной части поймы устраивают ловчие каналы. Размеры каналов при предварительном осушении определяют в соответствии с интенсивностью водного питания и гидрогеологическими условиями осушаемого объекта.

После первичной осадки торфа строят постоянную осушительную сеть. На мощных торфяных почвах грунтового водного питания глубину заложения дрен делают не менее 1,4 м. Расстояние между дренами определяют расчетом, для условий Центрального района расстояния между дренами составляют 20–30 м.

При осушении торфяников грунтово-напорного водного питания в притеррасных частях пойм принимают глубину заложения дрен 1,5–2,0 м с расстояниями между ними 10–15 м [1].

При осушении торфяников, подстилаемых лесками, применяют способ осушения редкими глубокими каналами. Глубина каналов – 2,5–3,5 м, расстояние между ними 300–600 м; каналы должны врезаться в песок, подстилающий торф, на глубину не менее 0,3–0,5 м. Применение этого способа в благоприятных условиях (мощные торфяники, наличие глубоких водопримеников и др.) обеспечивает надежное осушение с минимальными затратами. Глубокие редкие каналы применяют также в сочетании с закрытым дренажем [5].

Для предварительного осушения торфяников и увеличения междренних расстояний используют щелевой дренаж. На мощных торфяниках, подстилаемых мощной толщей хорошо проницаемых грунтов с проводимостью водоносных пластов более 200–300 м<sup>2</sup>/сутки, применяют вертикальный дренаж с использованием откачиваемых вод на орошение.

При осушении минеральных почв среднего и легкого механического состава используют закрытый дренаж. Расстояния между дренами устанавливают по существующим нормативам с учетом водопроницаемости почвогрунтов и требований сельскохозяйственных культур к водному режиму почв; для Нечерноземной зоны они составляют: для мелкозернистых песков – 30–50 м, супесей 25–35, суглинков – 14–20 м. Глубина заложения дрен 1,0–1,3 м. Минимальные уклоны дрен следует принимать 0,003 %, коллекторов – более 0,001 %. При наличии в грунтовых водах железистых соединений свыше 6 мг на 1 л воды минимальные уклоны дрен – 0,000 % [2].

При осушении тяжелых минеральных почв в зависимости от их водопроницаемости применяют закрытый дренаж или закрытые собиратели. Закрытый собиратель представляет собой траншею с уложенной на дно дренажной трубой; траншею до пахотного горизонта засыпают хорошо фильтрующим материалом – гравием, шлаком, песчано-гравийной смесью, растительным грунтом; глубина закрытых собирателей – не менее 0,9 м, закрытого дренажа – 1,1–1,2 м. Закрытый дренаж и закрытые собиратели применяют в сочетании с агромелиоративными мероприятиями (котование, глубокое рыхление почвы, углубление пахотного слоя, гребневание и др.). Это позволяет увеличить расстояние между дренами. Для ускорения отвода поверхностных вод проводят планировку и выравнивание поверхности, устраивают колодцы-поглотители на коллекторах.

В случае применения кротового дренажа в сочетании с закрытыми собирателями кротовые дрены прокладывают перпендикулярно закрытым собирателям на глубине 50–70 см с расстояниями между ними 4–6 м. Закрытые собиратели в сочетании с кротовым дренажем обеспечивают оптимальный водный режим почвы. На суглинистых почвах с коэффициентами фильтрации более 0,1 м/сут применяют закрытый дренаж глубиной не менее 1,2 м с расстояниями между дренами 15–20 м [3, 4].

Основной материал при строительстве закрытого дренажа – керамические (гончарные) трубы. При устройстве регулирующей сети используют трубы с внутренним диаметром 5 см и длиной 33 см, протяженность дрены – 100–200 м. При защите стыков дрен применяют синтетические материалы – стеклохолст и стеклоткань.

При строительстве закрытого дренажа также используют трубы из пластических масс. Пластмассовые трубы намного легче керамических, они позволяют устраивать перфорацию малых размеров, легко обрабатываются, удобны для транспортировки и механизированной укладки дренажных линий. Гибкость и достаточная прочность труб из пластических масс делают их применение особенно целесообразным в неустойчивых грунтах. Наибольшее распространение в практике осушения получили трубы из поливинилхлорида (винипласта) и полиэтилена.

При строительстве дренажа строго выдерживают продольный уклон дрен и размеры стыков между дренами (до 1–2 мм), обеспечивают надежную защиту стыков фильтрующим материалом и качественное соединение дрены с коллектором, тщательную и равномерную ее засыпку, а также своевременное и качественное строительство смотровых колодцев и дренажных устьев.

Для защиты осушаемой территории от поступления воды со склонов устраивают нагорные каналы или искусственные ложбины, а при малых размерах склонов – головные перехватывающие дрены с фильтрующей засыпкой. На склонах осуществляют противоэрозионные мероприятия.

Если ближайшие к осушаемому массиву реки не обеспечивают бесподпорный отвод воды из осушительной сети, а их регулирование (углубление, спрямление и др.) нецелесообразно по технико-экономическим и природоохранным соображениям, то вместо систем самотечного осушения строят системы машинного осушения (польдерного типа). Эти системы дополнительно включают в себя насосные станции и защитные (оградительные) дамбы.

Дамбы в зависимости от хозяйственного использования территории могут быть не затапливаемые весенними паводками (зимние польдеры) или затапливаемые ими (летние польдеры). Для защиты дамб от размыва половодьями и самотечного сброса воды в межень предусматривают устройство шлюзов-регуляторов. С целью улучшения работы насосно-силового оборудования около насосной станции строят водосборные регулирующие бассейны (резервуары). Насосные станции автоматизируют.

Осушительные системы одностороннего действия, направленные только на отвод излишних количеств воды с осушаемой территории, полностью не обеспечивают оптимальных условий водно-воздушного режима почв. В связи с этим в последние годы начали широко применять системы двустороннего действия – осушительно-увлажнительные.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байдакова, Е. В. Методика расчёта дренажа с учётом изменения поддренной части мелиорируемого торфяника, подстилаемого слабоводопроницаемыми грунтами / Е. В. Байдакова, А. И. Дунаев // Вестник Брянской ГСХА. – 2022. – № 1 (89). – С. 46–52.
2. Развитие мелиорации в России и на территории Брянской области / Е. В. Байдакова, В. Н. Кровопускова, С. В. Василенков [и др.]. – Брянск, 2024.
3. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела / В. Ф. Василенков, С. В. Василенков, Е. В. Байдакова [и др.]. – Брянск, 2018.
4. Гайдаржи, Л. С. Сельскохозяйственное использование мелиорируемых земель / Л. С. Гайдаржи, В. С. Франжева, Е. В. Байдакова // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф.– 2020. – С. 30–36.
5. Зейдельман, Ф. Р. Деградация мелиорируемых почв России и сопредельных стран в результате изменения их водного режима и способы защиты / Ф. Р. Зейдельман. – Воронеж: Кварта, 2014. – 269 с.

УДК 631

**Ковалев Я. С.**, магистрант

## **К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

*Научный руководитель – Погонышева Д. А., д-р пед. наук, доцент*  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** земледелие, зерно, зерноуборочный комбайн, цифровая карта поля, ГИС.

**Аннотация.** Экспортно-ориентированное производство зерновых культур инициирует мощный технологический прорыв с целью роста отраслевой производительности труда. Инструментами выступают цифровые инновации, методы и способы рациональных перемещений комбайнов в период уборочных работ.

**Keywords:** agriculture, grain, combine harvester, digital field map, GIS

**Summary.** Export-oriented production of grain crops initiates a powerful technological breakthrough in order to increase industry productivity. The tools are digital innovations, methods and methods of rational movement of combine harvesters during harvesting operations.

Инновационное развитие растениеводства опирается на ресурсосбережение, использование цифровых решений. Внедрение технологии точного земледелия создает основы для высокоэффективного регенеративного землепользования. Развитию технологий точного земледелия посвятили работы Э. В. Жалнин, В. Н. Ожерельев, В. Ф. Федоренко и др. [1–3].

Важной сельскохозяйственной операцией выступает уборка зерновых культур. Существует ряд технологий, способных повысить экономическую эффективность уборочно-транспортного процесса [4].

Перспективным направлением рационального управления уборочно-транспортными операциями в зернопроизводстве выступает применение цифровых решений. Анализ научных работ показывает, что в России значительная часть полей, а в Брянской области около 30 % полей, имеют произвольную конфигурацию, не являются правильным четырехугольником.

Границы земельных участков образуют жилые массивы либо овраги, водоемы и др. Современные зерноуборочные комбайны оборудуются системами автоматической навигации для организации их движения с минимальным холостым ходом, обеспечивающими оптимиза-

цию продолжительности уборочных работ, рост производительности труда, снижение затрат на ГСМ.

Сегодня для решения задач рациональной работы зерноуборочных комбайнов на полях сложной геометрической формы существуют различного уровня программные решения, позволяющие формировать базы данных координат участков на основе использования электронных карт полей и их цифровых паспортов.

Объектом исследования являются процессы уборки зерновых культур комбайнами на полях произвольной конфигурации, предметом – закономерности разработки решений. Цель работы заключается в обосновании направлений движения комбайна на полях сложной конфигурации. В качестве гипотезы принимается, что условная ширина поля неправильной геометрической формы зависит от угла направления движения зерноуборочного комбайна, и перемещение агрегата под этим углом обеспечивает его минимальный холостой путь.

В современных реалиях ключевыми общемировыми тенденциями сельскохозяйственного машиностроения выступают автоматизация работы сельхозмашин, снижение доли человеческого фактора, удаленный мониторинг и диагностика агрегатов, рост производительности техники, снижение расходов на ГСМ, рост эргономичности аграрной индустрии и др.

Россия, направляя продовольствие более чем в 160 стран, выступает мировым лидером по поставкам пшеницы, ячменя и др. В 2024 г., несмотря на сложные погодные условия года, по данным Росстата, к 01.11.2024 в России собрано около 124 млн тонн зерна, из них более 85 млн тонн пшеницы.

По данным Брянскстата, в 2024 г. аграрии региона собрали почти 2 млн тонн зерна. Основными производителями зерновых и зернобобовых культур выступают агроформирования Стародубского, Комаричского и других районов области. Хозяйства в настоящее время преимущественно используют энергонасыщенную и высокопроизводительную технику.

В национальной Стратегии развития сельхозмашиностроения на период до 2030 г. указана необходимость роста объема рынка инновационной сельхозтехники к 2030 г. до уровня 265 млрд рублей, и наибольшая доля при этом будет принадлежать зерноуборочным комбайнам (35 %).

Вследствие этого обеспеченность АПК современным машинно-тракторным парком актуализирует необходимость рационального использования ресурсов, включая финансовые и человеческие ресурсы,

ГСМ и другие, для снижения затрат при выполнении агротехнологических операций, повышения эффективности зернового хозяйства.

Состояние обеспеченности агроформирований зерноуборочной техникой оказывает воздействие на сроки выполнения уборочных работ, качество зерна, эффективность отрасли. К основным факторам спроса на зерноуборочные комбайны относятся увеличение посевных площадей зерновых культур, рост выручки от реализации продукции (рис. 1).



Рис. 1. Динамика продаж зерноуборочных комбайнов в РФ [5]

Прецизионное земледелие (адаптивно-ландшафтное земледелие) опирается на наукоемкие агротехнологии из-за неоднородностей в пределах одного поля. Для их оценки используются ГЛОНАСС, снимки со спутников, геоинформационные системы (ГИС) и др. Пространственные данные применяются для разработки управленческих решений, включая планирование и прогнозирование хода агротехнических мероприятий.

Ряд исследователей отмечает актуальность определения рационального технологического перемещения агрегатов при наличии сложной конфигурации полей, предлагая авторское обоснование рационального угла направления рабочего движения сельскохозяйственной техники по таким полям [6–7].

Использование цифровых решений предоставляет возможность аграриям предварительно выполнить моделирование реализации комплекса уборочных работ, прежде чем агрегаты приступят к их испол-

нению. В качестве источников исходных данных выступают технологические карты возделывания зерновых культур с адаптацией к возможным погодным ситуациям, электронные карты полей (ЭКП) и др.

Следует отметить, что поля имеют преимущественно сложную конфигурацию, вследствие этого растут затраты на уборке из-за нерационального перемещения комбайнов. Реальная обрабатываемая площадь поля может отличаться от учетной площади. Сервисы Яндекса, Росреестра предоставляют возможности аграриям для оценки конфигурации обрабатываемых земель.

Однако эксперты утверждают, что специализированные программные решения на основе ГИС позволят подготовить более точные электронные карты земельных участков, в том числе с учетом непроезженных площадей внутри полей (овраги, болота, лесополосы, дороги и др.), что приведет к обоснованному снижению затрат на ГСМ. ГИС предоставляют возможность управления пространственными данными, осуществления геометрических измерений на карте, выполнения математической обработки данных и др.

Примером может выступать компания АО «Геомир», разрабатывающая для заказчиков ЭКП. В результате точнее осуществляется учет и контроль сельскохозяйственных операций, включая уборочные работы, обеспечивается рациональное использование участвующих в аграрном производстве ресурсов.

Создание ЭКП осуществляется различными методами, включая применение дронов, данных спутниковых съемок высокого разрешения. ЭКП позволяют использовать карты в таких программных решениях, как «История поля» (мониторинг комбайнов, отображение их работы и треков движения за выбранный интервал времени, контроль скоростного режима, расчет обработанной площади и расхода топлива), ГИС «Карта» и др. ЭКП и цифровые паспорта полей играют роль ориентиров при оптимизации зерноуборочных работ.

Основные рекомендации, направленные на рост производительности труда в зерновом хозяйстве, минимизацию холостого пути комбайна, включают расчет угла направления рационального рабочего перемещения техники, искусственное спрямление криволинейных границ полей с последующей доработкой на завершающем этапе криволинейных участков, учет полеглости растений, компьютерное моделирование процесса уборочных работ и др.

Считаем, что в условиях точного земледелия при обосновании рациональных перемещений зерноуборочных комбайнов при уборочных

работах на полях произвольной конфигурации оправдано использование цифровых решений с элементами искусственного интеллекта, аппарата имитационного моделирования производственных процессов в зерновом хозяйстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: науч. анализ. обзор / В. Ф. Федоренко, В. И. Черноиванов, В. Я. Гольяпин, И. В. Федоренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2018. – 232 с.
2. Ожерельев, В. Н. Перспективы совершенствования конструкции зерноуборочного комбайна: монография / В. Н. Ожерельев, В. В. Никитин. – М.: Русайнс, 2024. – 176 с.
3. Чаплыгин, М. Е. Комплексная оценка эффективности работы современных зерноуборочных комбайнов в условиях южного региона России / М. Е. Чаплыгин, Э. В. Жалнин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 18. – № 2. – С. 47–54.
4. Ториков, В. Е. Ресурсосбережение в сфере сельского хозяйства / В. Е. Ториков, В. А. Погонищев, Д. А. Погонишева // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 1 (34). – С. 24–32.
5. Сельхозтехника в России – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Сельхозтехника\_в\_России (дата обращения: 01.03.2025).
6. Астанин, В. К. Обоснование рациональных способов перемещения сельскохозяйственных агрегатов на поле сложной конфигурации / В. К. Астанин, С. С. Мешкова // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 9 (148). – С. 7–15.
7. Зеленый, П. В. Рациональные схемы организации движения транспортно-технологической уборочной машины / П. В. Зеленый, О. К. Щербакова // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021. – С. 182–183.

УДК 631.6(571.1/.5)

**Крюкова О. Ю.**, студентка 4-го курса  
кафедры природообустройства и водопользования  
Института энергетики и природопользования

#### **РАЗВИТИЕ МЕЛИОРАЦИИ В СИБИРИ**

*Научный руководитель – Серебrenникова Н. В., ст. преподаватель  
кафедры природообустройства и водопользования*  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** мелиорация земель, Сибирь, дренажные системы, искусственное орошение, мелиоративные культуры, экологическая устойчивость, сельскохозяйственная продуктивность, экономическая целесообразность, засоление почв, климатические изменения.

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные методы и технологии мелиорации, обсуждаются преимущества и недостатки каждого из подходов, их эффективность и экономическая целесообразность. Анализируются влияние мелиорации на экологическую ситуацию в регионе и возможные негативные последствия, способы их предотвращения. Статья посвящена изучению и развитию мелиорации в Сибири с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения экологической ситуации и обеспечения устойчивого развития региона.

**Keywords:** land reclamation, Siberia, drainage systems, artificial irrigation, reclamation crops, environmental sustainability, agricultural productivity, economic feasibility, soil salinization, climate change.

**Summary.** The article discusses various methods and technologies of land reclamation, discusses the advantages and disadvantages of each approach, their effectiveness and economic feasibility. The impact of land reclamation on the environmental situation in the region and possible negative consequences, as well as ways to prevent them, are analyzed. The article is devoted to the study and development of land reclamation in Siberia in order to increase crop yields, improve the environmental situation and ensure sustainable development of the region.

Мелиорация представляет собой систему мер, ориентированных на восстановление и повышение качества земель для увеличения их экономической отдачи и сельскохозяйственной эффективности. В Сибири развитие этого направления играет ключевую роль в оптимизации агропромышленного комплекса и адаптации к сложным природным условиям. Регион, отличающийся масштабными территориями, контрастным климатом и неоднородными почвами, сталкивается с необходимостью внедрения прогрессивных методов регулирования водного баланса.

В 2024 г. активизируется реализация государственной программы по мелиорации сельхозугодий, первоначально запущенной в 2014–2020 гг. Это создает основу для трансформации аграрного сектора одного из самых ресурсоемких районов страны. На мероприятия запланировано выделение 163 млрд рублей, из которых 74,5 млрд поступят из федеральных источников, что подтверждает приоритетность господдержки аграрной отрасли. Средства направят на модернизацию инфраструктуры и интеграцию инновационных решений, таких как автоматизированные системы орошения и мониторинга почв [1].

Тем не менее реализация инициативы связана с рядом вызовов: риском неэффективного распределения ресурсов, нехваткой профильных специалистов и возможным негативным воздействием на природные экосистемы. Для снижения этих рисков критически важен строгий аудит проектов на всех этапах, а особый акцент сделан на инновационных разработках, что позволит внедрить биотехнологические подходы, способные увеличить эффективность мелиорации, снизив при этом антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Проведенный анализ позволит не только оценить текущие достижения и барьеры в развитии сибирской мелиорации, но и сформировать стратегию для устойчивого роста сельского хозяйства с учетом климатических и экономических особенностей региона.

В последние годы Россия активно развивала проекты по улучшению земель. Для повышения урожайности часто меняли русла рек и осушали болота. Но в Сибири такие работы всегда были сложными: мешали суровый климат и огромные расстояния между городами и поселками. Еще в начале 1900-х гг. здесь пытались бороться с засухами и переувлажнением почв, но настоящий прорыв случился только во времена СССР. Тогда начали массово строить каналы для полива, осваивать пустующие территории и создавать инфраструктуру для сельского хозяйства. Сегодня в сибирских регионах используют современные методы – автоматизированный полив и системы осушения, которые помогают эффективнее использовать ресурсы.

В Сибири современные методы улучшения земель – это главный инструмент для решения экологических и экономических проблем, созданных неподходящими климатическими условиями. Для их устранения существуют различные технологии, помогающие улучшить качество почвы и водоснабжение. Некоторые из них:

1. Системы орошения становятся все более распространенными, особенно в засушливых районах. В условиях недостатка влаги многие сельхозпроизводители используют системы орошения. В 2024 г. используется капельное орошение: эффективная система, позволяющая минимизировать потери воды за счет подачи влаги непосредственно к корням растений.

2. Искусственные оросительные системы играют важную роль в мелиорации в Сибири. Важным направлением является строительство водохранилищ и наносных станций, что позволяет обеспечить необходимый объем воды. Плюсы: контроль расхода воды, экономия. Минусы: дорогое оборудование и большие счета за электричество.

3. В регионах Сибири с переувлажнением почв дренажные системы остаются ключевым инструментом предотвращения заболачивания и наводнений. Они улучшают водоотведение, повышают плодородие грунта, снижают риск промерзания корней зимой и создают оптимальные условия для сельскохозяйственных культур. Современные решения включают глубокий дренаж с перфорированными пластиковыми трубами для снижения уровня грунтовых вод и автоматизированные системы управления, которые регулируют отвод влаги и интеграцию с орошением через датчики контроля качества и уровня воды. Это позволяет оптимизировать водный баланс почвы, снижает риски как переувлажнения, так и засухи [8].

4. К агрохимическим методам относятся удобрения и известь. Если добавить в почву специальные вещества, она станет плодороднее. Это как витамины для земли: урожай растет, а качество продуктов улучшается.

5. Мелиоративные культуры, такие как клевер, люцерна, суданская трава и др., обогащают почву азотом и органическими веществами, что снижает потребность в химических удобрениях. Преимущества мелиоративных культур – это увеличение урожайности основных сельскохозяйственных культур, улучшение стабильности посевов и сокращение применения химических удобрений. Но недостатком является вложение ресурсов и времени на выращивание таких культур.

Можно констатировать, что использование различных методов и технологий мелиорации в Сибири имеет плюсы и минусы. Выбор оптимального подхода зависит от конкретных условий и целей мелиорации земель. Важно учитывать экономическую целесообразность и эффективность каждого из методов для достижения наилучших результатов.

Несмотря на преимущества мелиорации, в Сибири сохраняются серьезные вызовы. Суровые климатические условия, характеризующиеся продолжительными зимними периодами и сокращенным вегетационным сезоном, создают естественные ограничения для развития интенсивного земледелия. Колебания уровня рек и грунтовых вод усугубляют риски для аграрного сектора. Экологические угрозы: деградация почв, снижение биоразнообразия, распространение инвазивных видов из-за изменения микроклимата, а также засоление земель из-за ошибок в орошении и дренаже. Техногенное влияние проявляется в загрязнении водоемов промышленными и сельскохозяйственными стоками, делая воду непригодной для полива [7].

Финансово-экономические проблемы связаны с высокой стоимостью строительства и обслуживания систем, нехваткой квалифицированных кадров и устаревшим оборудованием. Технические сбои грозят перерасходом воды или обрушением грунтов. Социальное сопротивление возникает из-за потери пастбищ и изменения традиционного уклада жизни местных сообществ. Ключевым препятствием остается дефицит научных данных: отсутствие системного мониторинга земель и водных ресурсов затрудняет планирование и принятие решений. Комплекс этих факторов снижает эффективность мелиорации, требуя комплексного подхода к управлению рисками.

Все выше указанные проблемы требуют комплексного подхода для их решения, включая модернизацию инфраструктуры, внедрение новых технологий, повышение квалификации кадров и активное вовлечение местных сообществ в процессы мелиорации. Необходима интеграция усилий на уровне государственных и частных организаций для обеспечения устойчивого и ответственного использования ресурсов.

Перспективы развития Сибири в свете глобальных изменений климата и потребности в продовольственной безопасности мелиорации имеют большое развитие в будущем. Такие направления включают разработку и внедрение новых технологий, которые позволят более эффективно использовать ресурсы. Например, Эко-технологии (eco-friendly) в мелиорации становятся нормой, они позволяют защитить природу и одновременно достичь высоких результатов в сельском хозяйстве. Сибирь уже имеет хороший опыт создания исследовательских центров, занимающихся вопросами мелиорации и агрономии, которые способствуют развитию индустрии и обмену знаний.

К инновационным технологиям на 2024 г. можно отнести системы мониторинга и управления: применение датчиков, спутниковых технологий и БПЛА для мониторинга состояния почвы, уровня влаги и потребностей растений. Помимо этого, почвенные анализаторы (современные приборы для мгновенного определения состава и влажности почвы) позволяют точно определять потребности в удобрениях и орошении.

Автоматизированные системы полива с датчиками влажности и температуры обеспечивают мониторинг почвы в реальном времени, а алгоритмы ИИ оптимизируют графики полива, сокращая расход воды и повышая урожайность. ГИС-технологии позволяют планировать проекты на основе спутниковых данных, выявлять проблемные участки и контролировать состояние земель, снижать риски. Фитотехноло-

гии включают посадку растений (например, бобовых) для восстановления почвы и применение биоудобрений на основе микроорганизмов для повышения плодородия. Современные дренажные системы с наноматериалами эффективно отводят избыток воды, предотвращая заболачивание. Полимерные покрытия удерживают влагу в почве, что критично для засушливых зон. Приоритетом остаются устойчивые методы: интегрированное управление водными ресурсами с очисткой стоков и их повторным использованием для сохранения экосистем. Перспективными являются подходы к агролесомелиорации, включающие лесные насаждения в сельскохозяйственные процессы, что способствует улучшению водного баланса и защите от эрозии, повышает урожайность и способствует сохранению природных ресурсов.

Синтез традиционных методов и прорывных технологий (наноматериалы, гидрогели, циркулярные системы) формирует основу для адаптивного мелиорационного комплекса, способного противостоять климатическим вызовам Сибири.

Планы на 2025–2030 гг. о развитии мелиорации в Сибири представляют собой амбициозный и многогранный проект, направленный на трансформацию аграрной инфраструктуры региона. Основной целью является повышение эффективности использования водных ресурсов, расширение орошаемых земель и улучшение состояния почв, создание образовательных центров для фермеров, где они смогут знакомиться с передовыми практиками и обмениваться опытом.

Мелиорация в Сибири развивается с учетом местных условий и потребностей, что открывает новые возможности для аграрного сектора и стабильного продовольственного обеспечения региона. Эффективные мелиоративные технологии позволят не только улучшить продуктивность сельскохозяйственных угодий, но и сохранить природные ресурсы для будущих поколений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О государственной программе развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения на 2014–2020 годы и на период до 2024 года: постановление Правительства РФ. – М., 2013.
2. Иванов, А. А. Инновационные технологии в мелиорации: опыт Сибири / А. А. Иванов, С. В. Петрова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2022. – 234 с.
3. Патент № 123456. Способ создания гидрогелевых полимеров на основе крахмала для засушливых регионов / Смирнов И. П. [и др.]. – 2021.
4. Отчет о внедрении наноулучшенных дренажных систем в Томской области. – Томск: Департамент сельского хозяйства, 2023.

5. Козлов, В. М. Фитомелиорация как инструмент восстановления деградированных почв Сибири / В. М. Козлов, Е. Л. Сидорова // Агрэкология и мелиорация. – 2021. – № 4. – С. 45–52.

6. Smith, J. Climate-Adaptive Land Reclamation: Global Practices / J. Smith, K. Brown. – Springer, 2020.

7. Руководство по эксплуатации IoT-модулей для дренажных систем. – М.: ООО «АгроТех», 2022.

УДК 631.6:631.452(470.333)

**Крюкова О. Ю., Каничев Н. А.**, студенты 4-го курса

кафедры природообустройства и водопользования

Института энергетики и природопользования

### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И ВИДОВ МЕЛИОРАЦИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Научный руководитель – **Серебrenникова Н. В.**, ст. преподаватель*

*кафедры природообустройства и водопользования*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,

Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** деградированные почвы, комплексная мелиорация, химическая мелиорация, плодородие почвы, фитомелиорация, орошение.

**Аннотация.** В данной статье были изучены возможности использования разных видов мелиорации в зависимости от типа и степени деградации почвы. А также проанализирован опыт отечественных и зарубежных ученых в области применения различных видов мелиорации для восстановления и повышения плодородия деградированных почв в условиях орошения в Брянской области.

**Keywords:** degraded soils, complex reclamation, chemical reclamation, soil fertility, phytomelioration, irrigation.

**Summary:** In this article, the possibilities of using different types of land reclamation have been studied, depending on the type and degree of soil degradation. It also analyzes the experience of domestic and foreign scientists in the field of using various types of land reclamation to restore and increase the fertility of degraded soils under irrigation conditions in the Bryansk region.

По данным мониторинга текущего года сельскохозяйственные угодья Брянской области охватывают более 850 тыс. га, из которых свыше 85 тыс. уже засеяны яровыми культурами, что соответствует примерно

пятой части от запланированного объема, согласно отчету профильного департамента. В структуре посевов преобладают зерновые и зернобобовые культуры, занимающие порядка 47 тыс. га, включая 16 тыс. под пшеницей и 12 тыс. под ячменем. Масличные растения высеяны на площади около 9 тыс. га, из которых почти 6 тыс. отведено под яровой рапс, а оставшиеся 3 – под подсолнечник. Картофель, по последним данным, высажен на 28 тыс. га, что составляет треть от общего плана. В текущем году ожидается расширение площадей под технические культуры до 50 тыс. га, включая значительное увеличение посевов рапса – до 88 тыс. Кормовые культуры займут более 360 тыс. га.

Важным этапом подготовки стала подкормка озимых зерновых на 130 тыс. га и озимого рапса на 73,5 тыс., что обеспечит рост урожайности на 12–15 %. Динамика полевых работ, по оценкам экспертов, опережает среднепятилетние показатели на 8–10 % благодаря внедрению цифровых технологий, включая спутниковую навигацию и автоматизированный контроль влажности грунта. Эти меры укрепляют позиции региона как одного из ключевых игроков агропромышленного комплекса.

Интенсификация процессов деградации грунтов, включая засоление, подкисление, заболачивание, уплотнение, эрозию и опустынивание, оказывает негативное влияние на экономику сельхозпредприятий. Это стимулирует научно-практическое сообщество разрабатывать инновационные агротехнологии для рекультивации земель и повышения их продуктивности.

Снижение плодородия почв в Брянской области, вызванное деградиционными процессами, приводит к уменьшению урожайности и сокращению объемов аграрной продукции. При текущей численности населения региона (свыше 1,15 млн человек) данная тенденция создает угрозу продовольственной безопасности. Для предотвращения кризиса требуются комплексные меры: минимизация загрязнения экосистем, защита биоразнообразия, а также внедрение методов борьбы с опустыниванием, засолением и закислением пахотных земель [4].

Агроэкологическая оптимизация земель Брянской области реализуется через мультидисциплинарный мелиоративный комплекс. Гидромодуляция предполагает искусственное увлажнение (капельные системы с КПД 85–90 %) и дренажные сети, нивелирующие риски гипоксии корневой системы на заболоченных участках. Агроресомелиоративные протоколы интегрируют глубокое рыхление (до 60 см) с кротованием, создающим подземные гидроканалы для регулирования капиллярного подъема. Биоремедиация использует фитоаккумуляторы

для детоксикации грунтов и биодренаж, снижающий уровень грунтовых вод на 15–20 см/сезон.

Химическая коррекция включает дозозависимое известкование ( $\Delta pH = 1,2–1,5$ ) и гипсование солончаков с замещением ионов  $Na^+$  на  $Ca^{2+}$ . Культуртехнические операции фокусируются на фрезерной гомогенизации почвенного слоя (КПД 92 % против 78 % у традиционной вспашки). Терморегуляция реализуется через альbedo-контроль: черные мульчирующие покрытия ускоряют прогрев на 3–5 °С, тогда как фитомелиоративные кулисы снижают эвапотранспирацию на 25 %.

Водохозяйственный вектор предусматривает создание каскадных водохранилищ с рециркуляционными системами (сокращение водопотребления на 35 %), сочетая их с биоинженерной очисткой малых водотоков. Реализация данных мер обеспечивает прирост продуктивности пашни на 18–22 % при параллельном снижении эрозионных потерь до 1,2 т/га/год.

Каждый из перечисленных подходов вносит вклад в сохранение почвенного плодородия и поддержание экологической стабильности, создавая условия для долгосрочного развития аграрной отрасли и рационального природопользования. Особое значение в реабилитации деградированных земель имеют растительная рекультивация (фитомелиорация) и химическая коррекция грунтов, которые не только восстанавливают агроресурсы, но и укрепляют биоразнообразие экосистем.

Искусственное увлажнение почв, помимо прямого увеличения урожайности, активно воздействует на процессы почвообразования, так как при длительном применении орошения в различных почвенно-климатических зонах наблюдаются структурные трансформации грунта. Исторические данные свидетельствуют о том, что за последние десятилетия интенсивное орошение черноземов привело к потере 1–2 % гумусного слоя, что указывает на необходимость более взвешенного подхода к водоподаче.

Современные агроэкологические подходы интегрируют цифровые технологии для снижения воздействия на почвы. Например, спутниковый мониторинг и IoT-датчики позволяют онлайн отслеживать засоление, влажность и кислотность грунтов. В Брянской области пилотные проекты с «цифровыми двойниками» полей сократили водопотребление на 20–25 % за счет оптимизации полива. Активно применяется биоуголь (продукт переработки органики), который связывает тяжелые металлы и усиливает поглощение  $CO_2$ , способствуя климатическим целям. Такие решения объединяют традиционную мелиорацию с экономикой замкнутого цикла, трансформируя отходы в ресурсы для восстановления земель.

Несоблюдение агрономов полива вызывает вторичное засоление и осолонцевание почв, гидрогенную деградацию (затопление, подкисление), а также эрозию из-за дисбаланса водного режима. В Брянской области из 117 265 га мелиорированных земель лишь 9 065 га используются для орошения, причем 29 % этих площадей имеют изношенную инфраструктуру: поврежденный дренаж, устаревшие системы полива и отсутствие контроля за солевым составом стоков (данные на 01.2023).

Экспериментальная работа под руководством исследователей Т. Атакулова, Ж. Оспанбаева и К. Ержановой (2016) была реализована на серобурых почвах Балхашского района Алматинской области с целью анализа воздействия растений-рекультивантов – суданской травы, сорго, сои и сафлора – на динамику засоления грунтов. В ходе опытов применялись стандартизированные агрохимические методики с поддержанием влажностного режима на уровне семидесяти процентов от наименьшей влагоемкости посредством системы капельного полива [1].

Экспериментальные данные подтвердили, что внесение растительных мелиорантов снизило засоленность верхнего почвенного слоя на 30 %, а в глубинных горизонтах – на 20 %. Деятельность корневой системы сельхозкультур стимулировала накопление органики, обеспечивая естественное образование гумуса – ключевой фактор повышения плодородия деградированных почв.

Фитомелиорация также улучшила агрофизические показатели: увеличила водопроницаемость грунта, оптимизировала механический состав и повысила концентрацию гуминовых соединений, особенно в пористых почвах [5]. Предложенная технология демонстрирует двойную эффективность: минимизирует экологические риски при экономической доступности, позволяя восстанавливать земельные ресурсы без опасности редеградации.

Для коррекции засоленных щелочных почв используют подкисление, а кислые грунты обрабатывают карбонатами. Известкование не только нормализует кислотность, но и активирует гумификацию с преобладанием гуминовых кислот, что подтверждается исследованиями В.Н. Шкляра и Н.А. Ткаченко на серых лесных почвах [6].

Изменение водного режима и подъем минерализованных грунтовых вод вызывают накопление гипса в верхних почвенных слоях. Концентрация сульфата кальция до 20 % не нарушает структуру почвы, а иногда улучшает ее фитомелиоративные свойства. Превышение этого порога ведет к уплотнению подпахотного слоя, снижению водопрони-

цаемости и угнетению корневой системы. Низкая растворимость сульфатов блокирует дренаж, делая такие почвы устойчивыми к стандартным методам мелиорации [3]. Современная наука предлагает бережное использование засоленных почв. Защита естественных экосистем снижает риски деградации и уменьшает нагрузку от сельского хозяйства.

Анализ подтверждает необходимость гибкого управления почвами. Сочетание агрохимического контроля с новыми методами очистки – ключ к борьбе с закислением и накоплением солей.

Исследования Докучаевой и Юрковой (2023) показали, что эффективность фосфогипса зависит от дозы: 5 т/га для черноземов и  $\geq 10$  т/га для солонцов с засолением 1,8–2,0 г/дм<sup>3</sup>. Препараты МТТ-9 и ПЧ-2,5 снизили щелочность и восстановили состав черноземов, но для солонцов потребовалось вдвое больше мелиорантов из-за их устойчивости. Ученые рекомендуют гибкие расчеты доз с учетом степени деградации и последующий мониторинг [7].

Исследования Ю. А. Мажайского и др. на рязанских торфяниках показали, что добавление глины повышает устойчивость почвенных агрегатов на 18 % и улучшает влагоудержание, что важно для засушливых зон. Однако превышение доли песка свыше 25 % нарушает водно-воздушный баланс. Анализ выявил усиление гумификации (С:N = 12:1), рост pH на 1,3–1,8 единиц и увеличение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов (+34 %). Глинизация повысила урожайность на 8 %, тогда как избыток песка (>30 %) снижал ее на 5–7 % из-за переминерализации.

Полученные данные аргументируют целесообразность дозозависимой глинизации для рекультивации торфяно-болотных массивов Брянского региона, однако требуют адаптации протоколов с учетом гранулометрического дисбаланса конкретных почвенных профилей. Перспективным направлением признана разработка композитных мелиорантов, сочетающих минеральную и органическую составляющие, что позволит минимизировать риски латеральной деградации при интенсификации землепользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атакулов, Т. Агробиологический способ улучшения деградированных орошаемых земель Акдалинского массива орошения / Т. Атакулов, Ж. Оспанбаев, К. Ержанова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. эколог. конф., посвящ. 95-летию Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2017. – С. 183–184.

2. Аманбаева, Б. Ш. Комплексная мелиорация деградированных орошаемых земель юга Казахстана / Б. Ш. Аманбаева, Р. К. Бекбаев, Р. А. Джайсамбекова // Наука и мир. – 2017. – Т. 1, № 11 (51). – С. 56–59.
3. Зейдельман, Ф. Р. Влияние изменения климата на мелиоративные системы России / Ф. Р. Зейдельман, А. Ю. Громов // Водное хозяйство России. – 2022. – № 4. – С. 34–42.
4. Иванов, А. А. Деградация почв и современные мелиоративные решения / А. А. Иванов, В. М. Петрова. – М.: Агропромиздат, 2021. – 300 с.
5. Соколова, Л. И. Фитомелиорация как инструмент устойчивого землепользования / Л. И. Соколова, А. Л. Козлов // Экология и сельское хозяйство. – 2023. – № 3. – С. 22–29.
6. Ткаченко, Н. А. Влияние известкования при разных системах удобрения на качественный состав гумуса серой лесной почвы / Н. А. Ткаченко, В. Н. Шкляр // Почвоведение и агрохимия / Ин-т почвоведения и агрохимии; Минск, – 2016. – № 1 (56). – С. 145–152.
7. Юркова, Р. Е. Изменения физико-химических свойств почв с комплексным покровом при различных способах и дозах внесения фосфогипса / Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 4 (24). – С. 100–117. – URL: [http://www.rosniipm-sm.ru/dl\\_files/udb\\_files/udb4-rec1116-field.12.pdf](http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb4-rec1116-field.12.pdf) (дата обращения: 12.01.2022).

УДК 004.9:332.3

**Крюкова О. Ю., Каничев Н. А.**, студенты 4-го курса

кафедры природообустройства и водопользования

Института энергетике и природопользования

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ (BUILDING INFORMATION MODELING) В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ**

*Научный руководитель – Серебrenникова Н. В., ст. преподаватель*

*кафедры природообустройства и водопользования*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,

Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** BIM-технологии, землеустройство, геоинформационные системы (ГИС), цифровое моделирование, автоматизация проектирования, экологический мониторинг.

**Аннотация.** Дается анализ применения BIM-технологий в землеустройстве на примере зарубежного опыта и компаний РФ. Рассмотрены методы интеграции BIM с геоданными, автоматизация процессов.

**Keywords:** BIM technologies, land management, geographic information systems (GIS), digital modeling, design automation, environmental monitoring.

**Annotation.** Analysis of the use of BIM technologies in land management using the example of foreign experience and companies in the Russian

Federation. Methods of BIM integration with geodata, automation of processes are considered.

Объектом анализа является Building Information Modeling (BIM) – это технология цифрового моделирования, изначально разработанная для строительной отрасли. Однако ее потенциал выходит за рамки проектирования зданий. Применение BIM-технологий в сфере землеустройства, которое включает планирование, управление земельными ресурсами, организацию территорий и оптимизацию их использования. Объектом исследования выступают методы интеграции BIM-инструментов, такие как кадастровый учет, ландшафтное проектирование и оценка экологических рисков в процессы землеустройства,

Актуальность темы обусловлена современными вызовами от стремительного роста городов до климатических кризисов, что требует пересмотра подходов к землеустройству. Устаревшие методы, основанные на разрозненных данных и ручных расчетах, не справляются с задачами точного прогнозирования и экологической безопасности. Ошибки в оценке пригодности почв под застройку ежегодно приводят к потерям до 15 % сельхозугодий в регионах с интенсивной урбанизацией, таких как Краснодарский край. BIM-технологии предлагают решение: цифровые двойники территорий объединяют геодезические, экологические и инфраструктурные данные, позволяя моделировать сценарии развития участков еще до начала работ. Актуальность внедрения BIM в России усиливается дефицитом ресурсов и ужесточением экологических стандартов. Если в ЕС цифровые модели стали основой для «зеленого» землеустройства, то в РФ их потенциал сдерживают нехватка ИТ-кадров и правовые пробелы.

Анализ зарубежных и отечественных исследований показывает, что BIM активно изучается в контексте строительства (Azhar, 2011), однако его применение в землеустройстве остается малоисследованным. Ряд авторов, таких как Volk et al. (2014), отмечают потенциал BIM для управления инфраструктурой, а работы Cheng et al. (2020) демонстрируют успешное использование 3D-моделирования в сельском хозяйстве. В то же время недостаточно исследований посвящено адаптации BIM-инструментов для кадастрового учета и экологического мониторинга, что формирует нишу для данного анализа [1, 2, 3].

Один из ключевых плюсов BIM – это возможность «оживить» сухие данные. Так, при планировании сельскохозяйственного участка 3D-модель позволяет не только увидеть перепады высот, но и смоде-

лизовать, как будет распределяться вода после дождя или где возникнут зоны эрозии.

Современное землеустройство сталкивается с вызовами, которые сложно решить традиционными методами: рост спроса на точность кадастровых данных, необходимость экологического мониторинга и ускорение процессов согласования проектов. Исследования последних лет демонстрируют, что BIM-технологии способны не только оптимизировать эти процессы, но и сократить финансовые затраты до 20–25 % за счет снижения ошибок в проектировании [4]. Например, в эксперименте, описанном Chen и Tang (2021), использование BIM для планирования сельскохозяйственных угодий позволило сократить время полевых измерений на 30 % благодаря интеграции данных дронов и 3D-моделей рельефа. В России компания «АгроПроект» (Ростовская область, 2024 г.) сократила время полевых измерений на 18 % и сроки согласований на 22 % благодаря BIM-моделям рельефа и дронной съемке [5].

Однако эффективность BIM зависит от корректной адаптации инструментов под специфику землеустройства. Если раньше все решалось бумажными картами и бесконечными согласованиями, то сейчас на помощь приходят все более современные методы. Эта технология как цифровой конструктор: собираешь в одну модель рельеф, коммуникации и даже данные о кислотности грунтов и сразу видишь, где можно строить, а где лучше посадить лес. Но, чтобы это работало, нужен опыт – и тут есть чему поучиться у зарубежных коллег.

В Европе, например, BIM уже повсюду используют для землеустройства. В Нидерландах в 2024 г. запустили проект по восстановлению болот: с помощью цифровых двойников прогнозируют, как изменение уровня воды повлияет на экосистему. А в Германии BIM интегрировали с дронами для мониторинга сельхозугодий – теперь фермеры видят на смартфоне, где почва теряет плодородность. У нас в России тоже есть подвижки. Компания «Росагротех» в 2025 г. внедрила BIM для планирования полей в Краснодарском крае: 3D-модели помогли сократить расход воды на полив на 20 %, просто перенаправив каналы по рельефу.

Но не все так гладко, как хотелось бы. Пока за рубежом BIM – это стандарт, у нас его используют единицы. Причин несколько: во-первых, дорого. Лицензия на софт влетит в копеечку, а бесплатные аналоги вроде BlenderBIM требуют навыков, которых нет у большинства специалистов. Во-вторых, бюрократия: в одной московской про-

ектной фирме, даже если сделать идеальную BIM-модель участка, росреестр все равно потребует бумажный план с печатями, что опять же увеличивает время, затратность и ненужную работу, вот и приходится дублировать планы.

Ключевой проблемой остается совместимость BIM с геоинформационными системами. По данным обзора на платформе GIS Lounge (2023), только 40 % муниципалитетов Европы используют BIM и ГИС совместно, хотя такая интеграция повышает точность кадастровых карт на 15–18 %. На примере, проект Smart Zoning 2023 г. в Финляндии успешно объединил данные из Autodesk Revit и ArcGIS через открытый стандарт IFC, что позволило автоматизировать анализ транспортной доступности и экологической нагрузки для новых жилых районов. Ключевым преимуществом стал облачный сервис, синхронизирующий модели в реальном времени, – это исключило потерю атрибутов и упростило взаимодействие между архитекторами и экологами [8].

В России же интеграция BIM и ГИС часто требует нестандартных решений. В ходе студенческого проекта по планированию под Новосибирском (2024) попытка переноса модели из Civil 3D в QGIS через IFC привела к потере данных о несущей способности грунтов. Проблему удалось решить с помощью плагина GeoBIM Link, разработанного российской компанией «ЦифроГрад» [10]. Плагин конвертировал геотехнические параметры в формат, совместимый с ГИС, но для настройки фильтров потребовалось знание Python – навык, который редко встречается у традиционных геодезистов.

Этот кейс отражает общую тенденцию: если в Европе упор делают на универсальные стандарты (как в финском Smart Zoning), то в России чаще полагаются на локальные IT-разработки [9]. Так, «ЦифроГрад» адаптировал свой плагин под требования СП 47.13330, что позволило автоматически проверять модели на соответствие российским нормативам. Однако такие решения фрагментарны: их внедрение зависит от конкретного подрядчика, а не от общепромышленных правил [7].

Мировой опыт также указывает на перспективу BIM в управлении «умными городами». В Сингапуре цифровые двойники территорий, созданные на базе BIM, используются для прогнозирования нагрузки на инфраструктуру при изменении климата (исследование Lee et al., 2023): добавление слоя с данными о среднегодовых осадках в модель участка помогло спрогнозировать зоны эрозии [6].

Главный барьер для широкого внедрения – нормативно-правовая база. Как отмечал в интервью эксперт из Росреестра (2023), «цифровая

модель участка пока не имеет юридической силы, а значит, все равно требуется дублирование в бумажных документах». Это сводит на нет часть преимуществ BIM [8]. Однако позитивный пример есть: в пилотном проекте в Татарстане BIM-модели земель сельхозназначения были официально включены в кадастр, что сократило сроки согласования проектов с 3 месяцев до 2 недель. Если устранить бюрократическую «вилку», экономия времени в РФ может достичь европейских показателей – до 35–50 % на этапах проектирования и согласований.

Таким образом, BIM – это не «революция», а эволюционный процесс. Его успех зависит не только от технологий, но и от готовности отрасли к изменениям: пересмотра нормативной базы, обучения кадров и развития инфраструктуры для обмена данными. Однако ключевым барьером остается фрагментарность цифровой инфраструктуры. Проблемы совместимости BIM с ГИС, отсутствие единых стандартов данных и юридическая неопределенность статуса цифровых моделей замедляют внедрение технологии. Реальные кейсы, такие как пилотный проект, доказывают, что эти препятствия преодолимы, но требуют координации между IT-разработчиками, законодателями и отраслевыми специалистами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Azhar, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry / S. Azhar // *Leadership and Management in Engineering*. – 2011. – Vol. 11. – P. 241–252.
2. Volk, R. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs / R. Volk, J. Stengel, F. Schultmann // *Automation in Construction*. – 2014. – Vol. 38. – P. 109–127.
3. Cheng, J. Analytical Review of BIM-Based 3D Modeling in Sustainable Agriculture / J. Cheng, Q. Lu, Y. Deng // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12 (5). – P. 1–18.
4. Smith, A. BIM Applications in Land Management: Case Studies and Future Trends / A. Smith, T. Brown, K. Lee // *Journal of Geospatial Engineering*. – 2020. – Vol. 15 (3). – P. 45–60.
5. Chen, L. Integration of UAV Data and BIM for Precision Agriculture: A Case Study / L. Chen, H. Tang // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2021. – Vol. 182. – P. 1–12.
6. Lee, S. Digital Twins for Climate-Resilient Urban Planning: Lessons from Singapore / S. Lee, T. Wong, Y. Tan // *Urban Sustainability*. – 2023. – Vol. 5 (1). – P. 34–49.
7. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М.: Минрегион России, 2012. – 78 с.
8. GIS Lounge. – URL: <https://www.gislounge.com> (дата обращения: 10.05.2023).
9. Проект «Smart Zoning» (Финляндия, 2023). – URL: <https://www.smartzoning.fi> (дата обращения: 15.06.2024).
10. Руководство по использованию плагина *GeoBIM Link*. – М.: ЦифроГрад, 2024. – URL: <https://www.цифроград.рф/geobim-link> (дата обращения: 20.04.2024).

УДК 338.92:3325

**Крюкова О. Ю., Каничев Н. А.**, студенты 4-го курса  
кафедры природообустройства и водопользования  
Института энергетики и природопользования

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AI НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ**

*Научный руководитель – Серебренникова Н. В., ст. преподаватель  
кафедры природообустройства и водопользования*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, прогнозирование земельных рисков, машинное обучение, эрозия почв, адаптация алгоритмов, российские и зарубежные компании, экономическая эффективность.

**Аннотация.** В работе рассматривается применение искусственного интеллекта, а также сравниваются подходы российских и зарубежных компаний, анализируются эффективность алгоритмов машинного обучения и экономические аспекты внедрения технологий.

**Keywords:** artificial intelligence, land risk forecasting, machine learning, soil erosion, algorithm adaptation, Russian and foreign companies, economic efficiency.

**Summary.** The article explores the use of artificial intelligence in forecasting land risks, It compares approaches of Russian and foreign companies, analyzes the efficiency of machine learning algorithms, and discusses the economic aspects of technology implementation.

Объектом анализа являются земельные риски от деградации почв до юридических конфликтов, которые сегодня становится все сложнее предсказывать из-за роста климатических аномалий и хозяйственной деятельности. В данном исследовании важно разобраться, как искусственный интеллект помогает компаниям снижать эти риски, и сравнить подходы российских и зарубежных организаций.

Актуальность вопроса сложно переоценить: в России уже четверть сельхозземель теряет плодородие, а мировой ущерб от непредвиденных природных катаклизмов к 2030 г. может перевалить за 300 млрд долл. Традиционные методы анализа (почвенные пробы, экспертные оценки) требуют времени и часто запаздывают. AI, обрабатывая большие данные в реальном времени, способен выявлять риски на ранних

этапах, минимизируя убытки. Это особенно важно для стран с обширными территориями, где ручной мониторинг затруднен.

Современные зарубежные работы, такие как исследование Kumar & Schmidt (2020), демонстрируют, что методы машинного обучения эффективно прогнозируют эрозию почв, комбинируя данные дистанционного зондирования и климатические прогнозы. Так, в проекте Европейского космического агентства алгоритмы на основе SVM (метод опорных векторов) позволили выявить зоны риска в сельскохозяйственных регионах Африки с точностью до 87 %. В российской научной среде акцент смещен на локальные вызовы: ученые Сибирского федерального университета тестируют нейросетевые модели для оценки последствий таяния вечной мерзлоты в Арктике, что критически важно для инфраструктуры Крайнего Севера. Однако большинство научных статей упускают из виду практический опыт компаний: как AI внедряется в реальных проектах и насколько это экономически выгодно.

Цель всей работы заключается не просто в описании технологии, но и сопоставлении, как AI-решения применяются в российских и зарубежных компаниях, а также в решении вопроса, какие методы лучше адаптируются под разные условия. По проведению анализа решается ряд задач: проанализировать кейсы агрохолдингов на примере американской компании Bayer и российских «Эконивы», сравнить эффективность алгоритмов (от классического машинного обучения до глубоких нейросетей) и выяснить, почему, например, в США внедрение AI в земельном мониторинге идет быстрее, чем у нас. Наконец, необходимо оценить, насколько экономически выгодно внедрять такие системы. Например, если точность прогноза эрозии почвы достигает 85 %, но стоимость разработки модели превышает потенциальные убытки, такой подход вряд ли будет массово применяться в малом бизнесе.

Искусственный интеллект в контексте земельных рисков – это не абстрактная «умная программа», а целый набор методов, которые учатся находить закономерности в данных, чтобы предугадать, например, где почва начнет засаливаться или когда участок попадет под угрозу подтопления. Представьте, что AI – это стажер-аналитик, который просматривает тысячи спутниковых снимков, показаний датчиков влажности и исторических записей о климате, а потом на основе этого строит прогнозы. Но в отличие от человека он не устает и может обрабатывать гигабайты информации за минуты.

Основу технологии составляют алгоритмы машинного обучения. Например, возьмем задачу предсказания эрозии почв. Сначала AI «скармливают» данные: спутниковые фотографии за последние 10 лет, информацию о количестве осадков, составе грунта, сельскохозяйственных работах на участке. Алгоритм, будь то «случайный лес» или нейросеть, ищет связи между этими параметрами. Допустим, он замечает, что в годы, когда температура весной превышала +15 °С, а уровень осадков падал ниже нормы, на снимках появлялись признаки трещин в почве. После обучения модель начинает предсказывать риски для новых данных – скажем, анализирует текущие показатели и говорит: «В этом году эрозия на участке № 47 вероятна на 85 %».

Первоочередной задачей стало проведение анализа американской компании Bayer, которая использует AI для анализа спутниковых снимков и прогноза урожайности, и российскую «Экониву», где нейросети помогают оптимизировать полив полей. Оказалось, что в Bayer алгоритмы учатся на данных со всего мира – от влажности почв в Африке до температурных аномалий в Австралии. У «Эконивы» же все завязано на локальные данные Ростовской и Воронежской областей, что, с одной стороны, повышает точность для конкретных полей, но с другой – мешает масштабировать модель на другие регионы. Плюс в Штатах уже есть культура открытого обмена геоданными, например, USGS публикует спутниковые снимки Landsat бесплатно, а в России часть информации до сих пор «закрыта» или разбросана по ведомствам.

Сравнивая алгоритмы, потребовалось проанализировать, почему одни методы лучше подходят для российских реалий, а другие – для зарубежных. Так, классический Random Forest отлично справлялся с прогнозом эрозии почв в США, где данные структурированы и полны, а вот для российских условий, где в датасетах часто не хватает данных за прошлые годы, эффективнее оказались гибридные модели – те же нейросети, но с дообучением на ограниченных выборках.

Интересно, что выбор алгоритма зависит не только от данных, но и от целей. Например, если нужно быстро получить прогноз для малого фермерского хозяйства, подойдет метод опорных векторов (SVM): он требует меньше вычислительных ресурсов. А для анализа многолетних климатических трендов в крупном холдинге лучше задействовать рекуррентные нейросети (RNN), которые умеют работать с последовательностями данных во времени.

Особый интерес вызывает вопрос, почему в США внедрение AI идет быстрее. Основная причина заключается не только в технологии,

но и в экономике. В Штатах фермеры получают налоговые льготы за использование «умных» систем, а разработчики AI могут участвовать в грантовых программах USDA. В России же малый бизнес часто не готов вкладываться в дорогие решения: к примеру, если стоимость разработки модели для прогноза засоления почв превышает 500 тыс. рублей, а потенциальные убытки без нее составляют 300 тыс. в год, то проект явно не окупится. Зато крупные холдинги вроде «Русагро» уже экономят миллионы, предупреждая риски с помощью AI.

Технологии AI – это не только код и алгоритмы, в проекте для прогноза засоления почв используют компьютерное зрение: нейросеть YOLO анализирует спутниковые снимки, чтобы находить участки с белесыми пятнами – признаком солевых отложений. Правда, иногда модель путает их со снегом, пока не добавит в данные временные метки (соль есть круглый год, снег – только зимой).

Ключевая особенность AI – его адаптивность. Если вчера модель предсказывала риски на основе температуры и влажности, то завтра ее можно научить учитывать новые факторы, например, данные о внесении удобрений или строительстве дорог рядом с полем. Именно это и происходит в компаниях вроде Bayer: их системы постоянно обновляются, «учась» на свежих данных.

Самый интересный вывод «адаптивности» технологий касается зарубежных алгоритмов: обученные на глобальных данных, они часто «спотыкаются» о российскую специфику – те же весенние палы, которые фермеры используют для очистки полей, AI может принять за признаки катастрофической эрозии. Поэтому эффективнее оказываются гибкие решения, когда можно добавить в модель данные с датчиков влажности почвы из своих хозяйств (как это сделали в «Экониве»).

Интересным аспектом, не затронутым ранее, является применение AI-алгоритмов в симбиозе с биоакустическими датчиками. Например, стартап SoilSound (Германия) использует подземные микрофоны для анализа «звуков» почвы: активность микроорганизмов, движение воды и корней. Эти данные интегрируются с нейросетью, которая предсказывает деградацию грунта на 6–8 месяцев раньше визуальных признаков. В Бразилии подобная система помогла сократить потери урожая сои на 17 % за счет раннего обнаружения засоления. Еще один тренд – использование генеративно-состязательных сетей (GAN) для моделирования сценариев восстановления почв после катастроф, что позволяет компаниям тестировать стратегии реабилитации земель в виртуальной среде до реальных инвестиций.

Также можно создать цифровые двойники земельных участков, виртуальных копий полей с интеграцией данных IoT-датчиков, спутников и исторических метеоданных. Например, IBM Agri-Twin позволяет фермерам тестировать стратегии севооборота или мелиорации в цифровой среде, снижая риски на 40 % перед реальным внедрением. Примеры автономных дронов, которые не только собирают данные, но и принимают решения. В Японии дроны **AgriDrone+** с ИИ самостоятельно идентифицируют очаги болезней растений и точно распыляют пестициды, сокращая их использование на 50 %.

Искусственный интеллект открывает новые горизонты в прогнозировании земельных рисков, сочетая скорость анализа данных с высокой точностью прогнозов. Успех внедрения зависит не только от технологий, но и от адаптации алгоритмов к локальным условиям, доступности данных и экономической логики. В то время как зарубежные компании демонстрируют успехи за счет открытых экосистем и господдержки, российские решения выделяются гибкостью в решении региональных задач. Будущее – за балансом между глобальным опытом и уникальными подходами, где AI станет незаменимым инструментом для устойчивого развития сельского хозяйства и охраны земельных ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kumar, A., & Schmidt, M. (2020). Исследование методов машинного обучения для прогнозирования эрозии почв.
2. Европейское космическое агентство. Проект прогнозирования зон риска эрозии почв в Африке с использованием SVM.
3. Сибирский федеральный университет. Тестирование нейросетевых моделей для оценки последствий таяния вечной мерзлоты в Арктике.
4. Bayer. Использование AI для анализа спутниковых снимков и прогноза урожайности.
5. «Эконива». Применение нейросетей для оптимизации полива полей.
6. USGS (Геологическая служба США). Публикация спутниковых снимков Landsat.
7. SoilSound (Германия). Стартап, использующий биоакустические датчики и нейросети для прогнозирования деградации почв.
8. IBM Agri-Twin. Система цифровых двойников земельных участков
9. AgriDrone+ (Япония). Автономные дроны с ИИ для идентификации болезней растений.

УДК 537.8:581.1

Лекомцева Е. С., студентка 1-го курса

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАСТЕНИЯ**

*Научный руководитель – Нижсарадзе Т. С., канд. биол. наук, доцент кафедры «Физика, математика и информационные технологии» ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», Кинель, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** электромагнитные поля, растения, рост растений, сельское хозяйство, частота ЭМП, интенсивность излучения, физиологические процессы, метаболизм растений, эксперимент.

**Аннотация.** Статья посвящена изучению влияния электромагнитных полей (ЭМП) различной частоты и интенсивности на физиологические процессы растений. На примере эксперимента с семенами редиса показано, что слабые низкочастотные ЭМП стимулируют метаболизм и ускоряют рост, тогда как высокочастотные поля провоцируют окислительный стресс и угнетение развития. Результаты исследования подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к применению ЭМП в сельском хозяйстве для повышения урожайности и минимизации экологических рисков.

**Keywords:** electromagnetic fields, plants, plant growth, agriculture, EMF frequency, radiation intensity, physiological processes, plant metabolism, experiment.

**Summary.** The article is devoted to studying the impact of electromagnetic fields (EMF) of varying frequency and intensity on plant physiological processes. Experiments with radish seeds demonstrated that low-frequency EMF stimulates metabolism and accelerates growth, while high-frequency EMF induces oxidative stress and suppresses development. The findings emphasize the need for a differentiated approach to EMF application in agriculture to enhance crop yield and reduce environmental risks.

**Актуальность исследования.** Влияние электромагнитных полей на живые организмы, в том числе на растения, является важной темой для сельского хозяйства. В условиях повсеместного увеличения уровня техногенного электромагнитного излучения актуально изучить, как подобные поля воздействуют на растения, которые являются основным элементом экосистемы и сельского хозяйства. Понимание этих процессов важно для создания устойчивых сельскохозяйственных тех-

нологий, повышения урожайности и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

**Цель исследования** – изучить влияние электромагнитных полей различной частоты и мощности на рост и развитие растений, а также определить возможное практическое применение полученных результатов.

**Задачи исследования:** охарактеризовать виды электромагнитных полей, их воздействие на растения и применение; провести собственные эксперименты по воздействию электромагнитных полей на рост и развитие растений; проанализировать полученные результаты и выявить позитивные или негативные эффекты; предложить рекомендации по использованию электромагнитных полей в сельском хозяйстве.

Электромагнитные поля (ЭМП) возникают при движении электрических зарядов и представляют собой сочетание электрического и магнитного полей, которые распространяются в пространстве в виде волн. В зависимости от частоты, длины волны и других характеристик электромагнитные поля могут быть классифицированы на несколько категорий. Понимание этих категорий важно для анализа их воздействия на биологические объекты, такие как растения [1].

*Виды электромагнитных полей:*

1. Низкочастотные электромагнитные поля (НЧ-ЭМП) – охватывают диапазон от 0 до 300 Гц. Такие поля способны проникать в ткани растений и влиять на обмен веществ и клеточные процессы. Эксперименты показывают, что воздействие НЧ-ЭМП может стимулировать прорастание семян и ускорять рост на ранних стадиях, так как слабые поля могут активировать процессы обмена и транспорт питательных веществ между клетками. НЧ-ЭМП часто используются как потенциальные стимуляторы роста растений в аграрных технологиях, особенно для улучшения прорастания семян и ускорения роста молодых растений.

2. Среднечастотные электромагнитные поля (СЧ-ЭМП) – охватывают диапазон от 300 Гц до 300 МГц. Такие поля могут проникать в структуры растений и воздействовать на их клеточные процессы. Их влияние на растения в значительной степени зависит от мощности излучения. Низкоинтенсивные СЧ-ЭМП могут стимулировать метаболизм растений и способствовать их росту. В исследованиях сельского хозяйства СЧ-ЭМП редко используются из-за сложности контроля над параметрами излучения. Однако они применяются в системах автоматизации и мониторинга сельскохозяйственных процессов.

3. Высокочастотные электромагнитные поля (ВЧ-ЭМП) – охватывают диапазон от 300 МГц до 300 ГГц и могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на растения. В зависимости от мощности излучения ВЧ-ЭМП могут проникать в растительные ткани, влияя на структуры ДНК, мембранные белки и ферменты. При воздействии полей низкой мощности наблюдаются изменения в обмене веществ и активация процессов фотосинтеза. Применяются в сельском хозяйстве для точечного воздействия на микроорганизмы и вредителей.

4. Очень высокочастотные электромагнитные поля – включают ультрафиолетовое (УФ) и рентгеновское излучение. Эти поля находятся в диапазоне от 300 ГГц и выше. Ультрафиолетовое излучение играет важную роль в жизни растений. В умеренных дозах оно стимулирует фотосинтез и повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям. Рентгеновское излучение также оказывает влияние на растения, однако его использование в сельском хозяйстве ограничено из-за потенциально опасных последствий для клеток растений. Избыточные дозы рентгеновского излучения могут привести к мутациям и нарушению роста [2].

Электромагнитные поля различной частоты оказывают разнообразное воздействие на растения. Низкочастотные и среднечастотные поля могут положительно влиять на метаболизм и рост, тогда как высокочастотные поля могут приводить к негативным последствиям при продолжительном и мощном воздействии. Очень высокочастотные поля обладают специфическим воздействием на растения: они могут как стимулировать их развитие, так и угнетать жизнедеятельность при чрезмерном облучении [3].

*Механизмы воздействия электромагнитных полей на растения.* Электромагнитные поля (ЭМП) оказывают воздействие на многие аспекты метаболической активности растений. Метаболизм включает в себя все биохимические реакции, происходящие в клетках, от синтеза органических молекул до распада веществ с выделением энергии. Под воздействием ЭМП происходит изменение биохимической активности клеток растений, включая ферментативные процессы, синтез белков и транспорт питательных веществ [4].

***Практическая часть исследования:*** *выращивание растений под воздействием электромагнитных полей.* В этом эксперименте мы исследовали влияние облучения электромагнитным полем (ЭМП) семян редиса на рост и развитие растений. Для этого мы выбрали семена редиса сорта «16 дней», так как они быстро прорастают и позволяют легко отслеживать изменения в их росте.

**Материалы и оборудование.** Семена редиса сорта «16 дней» – 90 штук (30 семян в каждой группе, 10 семян в одном контейнере). Аппарат КВЧ-терапии «Явь-1». Контейнеры с грунтом – 9 (по три контейнера в каждой группе). Линейка для измерения роста растений. Вода для ухода за растениями.

**Условия эксперимента.** Семена подвергались обработке электромагнитным излучением аппарата КВЧ-терапии «Явь-1» с длиной волны 7,1 мм. Семена были разделены на три группы:

1. Контрольная группа: семена выращивались без воздействия электромагнитных полей.

2. Первая экспериментальная группа подвергалась воздействию ЭМП в течение 10 минут.

3. Вторая экспериментальная группа подвергалась воздействию ЭМП в течение 30 минут.

**Посев.** Посеяли по десять семян редиса сорта «16 дней» в каждый из девяти контейнеров и полили их небольшим количеством воды. Все растения находились в одинаковых условиях: в одном и том же помещении с одинаковым освещением и температурой. Следили за тем, чтобы почва была всегда немного влажной.

**Измерения.** Каждую неделю измеряли рост растений: длину стебля и количество листьев; записывали эти данные в тетрадь. Эксперимент продолжался в течение 4 недель.

#### **Результаты и наблюдения.**

1. Контрольная группа. Прорастание: семена проросли на 4-й день. Рост: на 4-й неделе растения достигли средней высоты 10 см. У них было по 4–5 листьев, которые имели нормальный зеленый цвет. Корневая система развивалась равномерно.

2. Первая экспериментальная группа (10 минут). Прорастание: семена проросли на 3-й день, что было быстрее, чем в контрольной группе. Рост: на 4-й неделе растения достигли высоты около 12 см. Листья были ярче и имели насыщенный зеленый цвет. У каждого растения было по 5–6 листьев. Корни выглядели более разветвленными.

3. Вторая экспериментальная группа (30 минут). Прорастание: семена проросли только на 5-й день. Рост: на 4-й неделе растения были значительно меньше – всего 7 см в высоту. Листья выглядели бледными, и на каждом растении было только 2–3 листа. Корневая система была менее развитой, чем у контрольной группы.

Результаты эксперимента показали, что облучение в течение 10 минут положительно влияло на рост растений, ускоряя прорастание и способствуя более активному развитию. Напротив, длительное воздействие ЭМП замедляло рост и ухудшало общее состояние растений. Эти наблюдения подтверждают, что электромагнитные поля могут оказывать как стимулирующие, так и ингибирующее воздействие на растения в зависимости от их интенсивности и частоты.

**Заключение.** Результаты подтверждают теоретические выводы, указывая на то, что влияние ЭМП на растения зависит от длины волны и времени экспозиции. Если непродолжительное воздействие (10 минут) может оказывать стимулирующее действие, то более длительное (30 минут) приводит к стрессу и угнетению физиологических процессов. В целом проведенное исследование подчеркивает важность дальнейшего изучения электромагнитных полей и их воздействия на растения. Эти знания могут быть полезны для оптимизации сельскохозяйственного производства и разработки новых подходов к улучшению роста и устойчивости растений. Необходимо продолжать исследовать различные частоты и интенсивности ЭМП, а также их влияние на раз-

УДК 539.375.6

Марков М. Е., студент

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО МИКРОСКОПИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

*Научный руководитель – Нижерадзе Т. С., канд. биол. наук, доцент  
кафедры «Физика, математика и информационные технологии»  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** износ, износостойкость, трение, виды изнашивания, цифровое микроскопирование, цифровой комплекс, коррозия, виды разрушений и повреждений, оперативный анализ степени износа, ресурсопределяющие сопряжения.

**Аннотация.** Изучалась возможность и особенности использования цифрового микроскопирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин в рамках методики проведения практико-ориентированного оперативного анализа степени износа, дефектации с помощью экономичного цифрового комплекса. В практических исследованиях проведено изучение методики определения износа рабочих поверхностей металлических деталей машин, проведена дефектация деталей из набора с применением методов визуальной и инструментальной оценки.

**Keywords:** wear, wear resistance, friction, types of wear, digital microscopy, digital complex, corrosion, types of destruction and damage, operational analysis of the degree of wear, resource-determining interfaces.

**Summary.** The peculiarities of using digital microscopy to determine the wear of the working surfaces of machine parts were studied within the framework of the methodology for conducting a practice-oriented operational analysis of the degree of wear and defects using an economical digital complex.

Объектом исследования в работе является изучение износа рабочих поверхности деталей машин и его определение, характеристики с помощью цифровой микроскопии с использованием конкретного цифрового комплекса iCartool IC-V316.

Задача управления процессами трения и использование законов трения и изнашивания актуальна на всех этапах жизненного цикла изделий: в процессе проектирования (конструирования), изготовления и эксплуатации [1].

Актуальность использования цифрового микрофотографирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин и инструментов является важной во всех сферах машиностроения и практической эксплуатации машинно-тракторного парка и выражена в необходимости проведения оперативного анализа вида, степени износа, повышения достоверности и эффективности оценки морфологии поверхности деталей, поврежденной коррозией или сформированной процессами разрушения.

Во многом отмеченная проблема связана с ограниченным набором инструментов при анализе поверхности. В мировой практике описано применение различных видов микроскопии: сканирующая, просвечивающая электронная, световая, – позволяющих получать изображение поверхности разрушения. Часто эти методы анализа дорогостоящие и применяются в основном в специальных лабораториях. Работы многих исследователей посвящены данной проблеме: Л. В. Ефремова, А. В. Тикалова, Н. Б. Демкина, К. Джонсона, М. Н. Добычина, М. В. Зернина, Г. Б. Иосилевича, К. Кендала, Д. Коллинза, В. Л. Колмогорова, В. Л. Попова, Д. Н. Решетова [3].

Актуальность темы работы подтверждается положениями «Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 года» [2].

В нашей работе важный акцент в исследовании использования цифрового микрофотографирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин сделан на доступность, оперативность, универсальность применения цифрового комплекса для первичной диагностики, анализа вида, степени износа деталей машин из различных материалов: металлов, неметаллов, полимеров, резины – в условиях мастерских, гаражных, полевых и других производственных участков, технологических линий переработки продукции и сырья.

Цель исследования – изучение возможности и особенностей использования цифрового микрофотографирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин в рамках методики проведения практико-ориентированного оперативного анализа степени износа, дефектации с помощью экономичного цифрового комплекса.

Задачи исследования:

- исследовать информацию по опорным физическим понятиям: «Трение-Соппротивление-Изнашивание-Износ», рассмотреть виды трения, изнашивания, определения, признаки, показатели, классификацию, виды износа рабочих поверхностей деталей машин, изнашивания сопряженных деталей, причины возникновения износа;

- обосновать, продемонстрировать возможности использования цифрового микрофотографирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин в рамках методики практико-ориентированного оперативного анализа степени износа, дефектации с помощью экономичного цифрового комплекса iCartool IC-V316;

- изучить методику определения износа рабочих поверхностей металлических деталей машин, провести дефектацию деталей из набора с применением методов визуальной и инструментальной оценки;

- подготовка информационного материала для мастер-классов, открытых мероприятий, мотивирование специалистов, слушателей к дальнейшему изучению темы и отражение научной проблемы вопросов износостойкости как актуальной в техническом машиностроении.

По теме исследования принимал участие в проведении мастер-класса на XXV Поволжской агропромышленной выставке для специалистов и практиков, профессионально связанных с техникой и техническим обслуживанием.

Для возможности изучения представленного по теме теоретического материала нами разработано интерактивное задание на платформе LearningApps.org «Виды износа деталей» <https://learningapps.org/display?v=p4kddi2kn24>.

В исследовании изучены ресурсопределяющие сопряжения (шейка коленчатого вала – вкладыш, набор подшипников скольжения – коренных и шатунных вкладышей) методом соответствия шаблону.

Накопленные мировой практикой методы и способы предотвращения износа в машинах можно разделить на следующие группы: материаловедческие, технологические, конструкционные, производственные и эксплуатационные [4].

При дефектации с применением цифрового комплекса выявляют: износы рабочих поверхностей в виде изменений размеров и геометрической формы детали; наличие выкрашиваний, трещин, сколов, пробоин, царапин, рисок, задиров и т. п.; остаточные деформации в виде изгиба, скручивания, коробления; изменение физико-механических свойств в результате воздействия теплоты или среды.

Основная задача дефектовочных работ – не пропустить на сборку детали, ресурс которых исчерпан или меньше планового межремонтного срока, и не выбраковать годные без ремонта детали [1].

Цифровая микроскопия – это направление современной микроскопии, которое основано на анализе изображений, полученных с помощью специальных цифровых комплексов [2].

Цифровая микроскопия представляет собой метод анализа изображения посредством использования цифровых технологий. Инструментом метода является цифровой комплекс, состоящий из микроскопа и персонального компьютера или мобильного устройства с установленным программным обеспечением.

Цифровой портативный микроскоп iCartool IC-V316 обладает увеличением в диапазоне от 50х до 1000х крат. Оптический прибор работает как цифровая камера: исследуемые объекты можно увеличивать, записывать на видео или фотографировать в разрешении 1920x1080. Встроенная подсветка микроскопа из 8 светодиодов с регулируемой яркостью равномерно освещает исследуемый объект и позволяет подобрать оптимальный уровень освещения. Микроскоп питается от компьютера или смартфона во время работы через USB и также работает до 1,5 часов от собственного аккумулятора.

Преимущества цифровой микроскопии, эргономика: доступность методов компьютерного анализа и возможность редактировать получаемые съемкой изображения; возможность сохранять исследования от и до – начальные, промежуточные и конечные результаты; возможность производить наблюдения с экрана монитора и визуально; возможность передавать полученные данные на любое расстояние в момент исследования.

С помощью цифровой микроскопии iCartool IC-V316 специалисты, обслуживающие машинно-тракторный парк в АПК, могут оперативно решить задачи по обнаружению повреждений, износу деталей и оснастки, анализу и оптимизации продуктов, разработке новых изделий, техническому обслуживанию непосредственно на рабочих местах, в производственных условиях. За счет мобильности указанного микроскопа не требуется демонтаж дефектной детали.

Анализ цифрового изображения при дефектации с использованием цифрового микроскопа iCartool IC-V316 включает *этапы, направленные на выявление и оценку дефектов на поверхностях объектов*:

1. *Подготовка изображения.* После захвата изображения с помощью камеры микроскопа оно сохраняется в цифровом формате. Программа для обработки изображений позволяет увеличивать масштаб, улучшать контрастность и яркость, а также применять фильтры для улучшения видимости мелких деталей.

2. *Определение типа дефекта.* На основе полученного изображения специалисты проводят классификацию дефектов. Например, это могут

быть царапины, трещины, сколы, коррозионные пятна, задиры и другие механические повреждения. Тип дефекта определяется визуально, путем сравнения изображения с известными примерами повреждений.

3. *Измерение размеров дефектов.* Программное обеспечение позволяет проводить измерения длины, ширины и глубины дефектов для оценки степени повреждения и принять решение о ремонте или замене детали. Измерительные инструменты встроены в программу, что облегчает процесс определения точных параметров.

4. *Оценка степени износа.* Степень износа оценивается путем сравнения текущего состояния поверхности с исходным состоянием новой детали или эталоном. Оцениваются изменения рельефа, признаки усталости материала, наличие деформаций и трещин.

5. *Документирование результатов.* Все данные измерений и описания дефектов сохраняются в отчете. Это позволяет вести учет состояния деталей и отслеживать динамику изменений. Сохраняются сами изображения, что полезно для последующего анализа и сравнения.

6. *Принятие решения о дальнейших действиях.* На основании анализа принимается решение о необходимости ремонта, замены детали или продолжения эксплуатации с учетом выявленных дефектов.

Результаты анализа используются для планирования технического обслуживания и предотвращения аварийных ситуаций. Анализ цифрового изображения с помощью микроскопа iCartool IC-V316 представляет собой комплексный процесс, включающий визуальную оценку, измерение характеристик дефектов и принятие решений на основе полученных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вологжанин, С. А. *Материаловедение* / С. А. Вологжанин, А. Ф. Иголкин. – М.: Академия, 2020. – 496 с.
2. Горленко, А. О. *Триботехнология: учеб. пособие для вузов* / А. О. Горленко. – М.: Юрайт, 2024. – 187 с.
3. Информационные порталы учебных дисциплин, научная библиотека (материаловедение, физика, техническая механика). – URL: <http://stu.scask.ru> (дата обращения: 04.04.2025).
4. Шилов, М. А. *Физика прочности и механика разрушения: учеб. пособие для вузов* / М. А. Шилов. – М.: Юрайт, 2023. – 175 с.

УДК 631.445.12

**Пономарева А. В., Теутул Е. Ю.**, студенты 4-го курса  
кафедры природообустройства и водопользования

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ**

*Научный руководитель – Кривоускова В. Н., ст. преподаватель  
кафедры природообустройства и водопользования*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** осушительно-увлажнительные системы, торфяники, шлюзование, дождевание, дренаж, водный режим.

**Аннотация.** Статья посвящена проектированию и эксплуатации осушительно-увлажнительных систем на торфяных почвах. Рассмотрены ключевые особенности торфяников. Описаны основные компоненты осушительно-увлажнительных систем.

**Keywords:** drainage and humidification systems, peat bogs, sluicing, sprinkling, drainage, water regime.

**Summary.** The article is devoted to the design and operation of drainage and humidification systems on peat soils. The key features of peat bogs are considered. The main components of dehumidification and humidification systems are described.

Торфяники занимают обширные площади в Центральной Нечерноземной зоне России и играют ключевую роль в аграрном ландшафте. Однако торфяные почвы обладают особыми характеристиками, которые требуют внимательного подхода к их использованию. Одной из таких особенностей является высокая водоудерживающая способность и нестабильность водного баланса. Для эффективной эксплуатации этих земель в сельском хозяйстве необходимо внедрение систем дренажа и увлажнения, которые помогут регулировать уровень грунтовых вод и создать оптимальные условия для роста растений.

Для обеспечения стабильного водного режима торфяных почв применяются осушительно-увлажнительные системы, которые позволяют регулировать уровень грунтовых вод, повышая продуктивность земель и предотвращая деградацию торфа [1].

Для получения высоких и устойчивых урожаев на мелиорированных землях важно создавать системы, которые не только отводят избыточную влагу, но и регулируют водный баланс почвы, обеспечивая растения оптимальным уровнем влаги и питательных веществ на всех стадиях роста.

В Центральной Нечерноземной зоне управление водным балансом торфяных почв осуществляется через осушение, обработку и увлажнение с использованием таких методов, как шлюзование и дождевание. Осушительно-увлажнительная система включает водоприемник, магистральные и коллекторные каналы, регулирующую сеть, источник воды для шлюзования или дождевания, водоподводящие каналы, а также водозаборные и подпорные сооружения (рис. 1) [4].

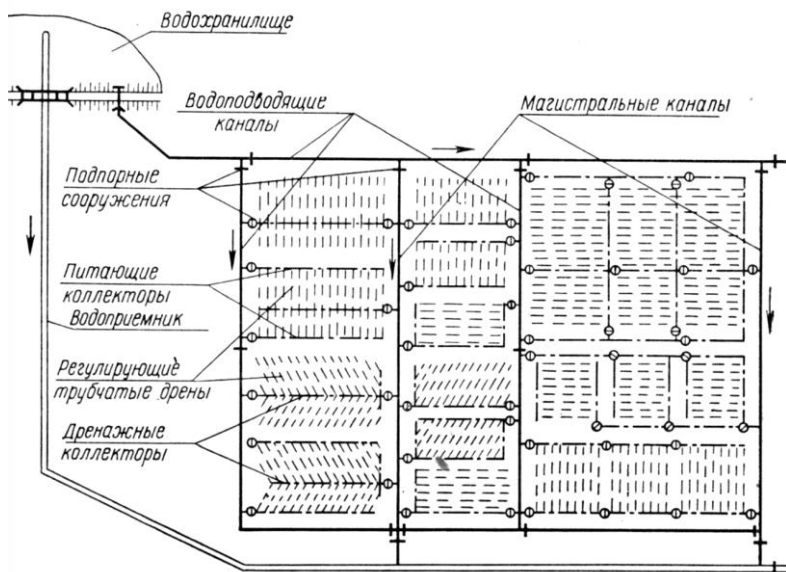


Рис. 1. Принципиальная схема осушительно-увлажнительной системы с регулирующей и частично проводящей сетью в виде закрытого трубчатого дренажа

Регулирующая сеть, как правило, выполняется в виде закрытого дренажа из пластиковых труб с интервалом 20–40 м, а на глубокоторфяных участках – в виде кротового или щелевого дренажа с расстоянием 10–20 м между элементами. В случае залегания торфа на хорошо водопроницаемых песчаных отложениях и при наличии атмосферного или слабого грунтового питания регулирующая сеть может представлять собой разреженные трубчатые дрены с интервалом 50–80 м или систему открытых каналов, расположенных через 300–500 м. Если толщина торфяного слоя превышает 1,0–1,5 м, дополнительно приме-

няется кротовый дренаж, особенно при наличии малопроницаемых прослоек под торфом (рис. 2). Оптимальное расстояние между дренами и каналами рассчитывается с учетом конкретных условий участка.

Метод увлажнения с применением шлюзования может быть эффективен на территориях с ровным рельефом и минимальным уклоном при средней или высокой водопроницаемости почвы.

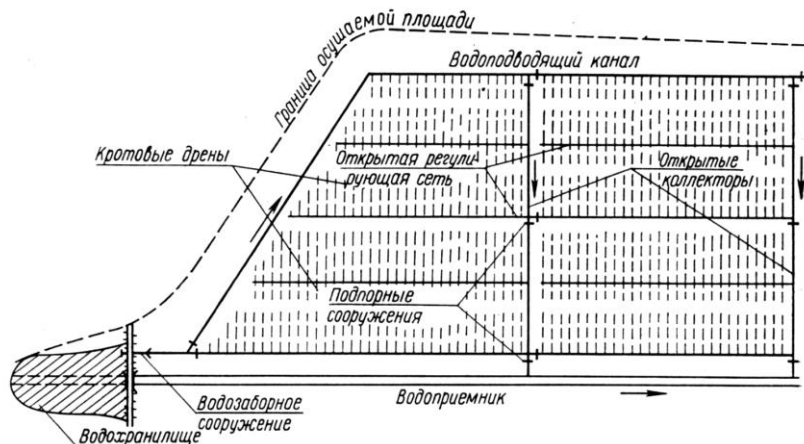


Рис. 2. План осушительно-увлажнительной системы с применением открытых каналов и кротового дренажа

Вода в этом случае подается из водоисточников (водохранилищ, прудов, рек или магистральных каналов) по водоподводящим каналам и через подпорные сооружения направляется в верховья трубчатых дрен или коллекторов (рис. 1 и 2). В верховьях питающего и низовьях дренажного коллектора устанавливаются колодцы-регуляторы.

Элементы осушительно-увлажнительной сети и подпорные сооружения размещаются так, чтобы каждая коллекторная система или ее отдельные части (например, поля севооборота) могли шлюзоваться автономно, обеспечивая подачу воды к истокам коллекторов и открытых осушителей. В кротовые дрены вода поступает через их устья из шлюзованной открытой сети. При этом уровень воды в шлюзованных каналах должен находиться на 0,2–0,5 м ниже поверхности земли. Дополнительно подпорные сооружения могут устанавливаться на магистральных каналах и регулируемых реках.

Эффективное регулирование водного режима на мелиорируемых землях требует поддержания оптимальной глубины залегания грунтовых вод в зависимости от типа растительности и фазы вегетации. Ранней весной осушительно-увлажнительные системы должны обеспечивать следующие показатели: для сенокосных лугов – 40–50 см; для полевых культур – 60–70 см.

В период активной вегетации глубина залегания грунтовых вод варьируется в зависимости от количества осадков:

1. В средние по увлажнению и влажные годы: для трав – 70–90 см; для зерновых культур – 90–120 см; для корне- и клубнеплодов – 100–130 см.

2. В засушливый период, когда происходит интенсивный рост растений, рекомендуется поддерживать уровень воды на меньшей глубине: луговые травы – 50–70 см; зерновые культуры – 80–100 см; корне- и клубнеплоды – 90–110 см.

При этом меньшие значения в указанных диапазонах характерны для мелкозалежных торфяников, а большие – для глубокозалежных.

В весенне-летний период для поддержания влагообеспеченности растений может применяться предупредительное шлюзование, заключающееся в ограничении или полном прекращении стока воды с осушаемой территории. Данный прием позволяет замедлить снижение уровня грунтовых вод и продлить период их доступности для растений.

Для обеспечения растений необходимым уровнем влаги в конце июня, а также в июле и августе применяется увлажнительное шлюзование. При этом вода подается из рек, прудов и водохранилищ. Прекращение подачи воды в каналы осуществляется в зависимости от вида культуры: сенокосные травы – за 2–3 недели до второго укоса; культурные пастбища – за 4–5 недель до завершения пастбищного сезона; зерновые культуры – в начале налива зерна; среднепоздний картофель – за 4–5 недель до начала уборки.

Если на участке наблюдается сложный микрорельеф или почвы обладают слабой водопроницаемостью (например, если мелкозалежные торфяники залегают на глинистых или суглинистых породах), осушение следует сочетать с комплексом агротехнических и агромелиоративных мероприятий. Эти методы способствуют повышению запасов продуктивной влаги в почве и обеспечивают ее рациональное использование. В подобных условиях размещение подпорных сооружений в осушительной сети должно учитывать не только мелиоративные задачи, но и потребности орошения, рыбного хозяйства, противопожарной безопасности и культурно-бытовых нужд [5].

Дождевание является эффективным методом орошения овощных культур, картофеля и пастбищ как на торфяных, так и на минеральных почвах. Применение дождевания рекомендуется, если запасы влаги в 30-сантиметровом почвенном слое снижаются до 60–70 % от предельной полевой влагоемкости.

В ближайшей перспективе целесообразно сочетать дождевание с предупредительно-увлажнительным шлюзованием.

Выбор между увлажнительным шлюзованием и дождеванием должен основываться на технико-экономическом анализе, учитывающем особенности конкретных участков.

Для эффективного использования сельскохозяйственной техники ширина полевого участка должна составлять не менее 300 м, а его длина – 600 м. При организации дождевания размеры участка должны соответствовать стандартным параметрам для работы дождевальных установок [3].

Водозабор осуществляется из зашлюзованных каналов с помощью мобильных или стационарных насосных станций, подающих воду под давлением 4–8 атм. в систему подземных или надземных распределительных трубопроводов.

Для уменьшения трудозатрат рекомендуется использование самоходных дождевальных установок, таких как КДТ-25 и ДКШ-64, которые автоматически забирают воду из гидрантов подземных трубопроводных сетей, обеспечивая равномерное распределение влаги на участке.

Системы дренажа и увлажнения на торфяных болотах Нечерноземной зоны России играют ключевую роль в сельскохозяйственном производстве. Использование современных технологий, таких как дренаж, орошение и шлюзование, позволяет разрабатывать эффективные схемы, которые учитывают особенности торфяных почв. Осушительно-увлажнительные системы обеспечивают эффективное управление водным балансом, позволяя сохранять плодородие почв и предотвращать их деградацию. При правильном проектировании и эксплуатации такие системы могут значительно увеличить производительность сельского хозяйства и способствовать устойчивому развитию аграрного сектора региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Михальцевич, В. М. Мелиорация торфяных почв: теория и практика / В. М. Михальцевич. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.

2. Голованов, А. И. Мелиорация земель: учеб. пособие / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин. – М.: Колос, 2008. – 480 с.

3. Иванов, А. В. Регулирование водного режима торфяных почв в Нечерноземной зоне России / А. В. Иванов, С. И. Петров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 12–18.

4. Смирнов, В. А. Опыт применения дождевания на торфяных почвах Нечерноземной зоны / В. А. Смирнов // Сельскохозяйственные науки. – 2018. – № 6. – С. 45–52.

5. Кузнецов, Е. Н. Шлюзование как метод увлажнения торфяных почв / Е. Н. Кузнецов // Водное хозяйство России. – 2017. – № 3. – С. 23–30.

УДК 631.459

**Пономарева А. В., Теугул Е. Ю.**, студенты 4-го курса  
кафедры природообустройства и водопользования

### **ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ И ПУТИ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

*Научный руководитель – **Кривошусова В. Н.**, ст. преподаватель  
кафедры природообустройства и водопользования*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** осушенные земли, водная эрозия, мелиорация, размывы, водоотведение.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные причины водной эрозии, ее последствия для почвы и методы ее предотвращения. Особое внимание уделено анализу плоскостного смыва почвы, размыва каналов осушительных систем и повреждениям гидротехнических сооружений. Предложены эффективные меры для предотвращения водно- и ветроэрозионных процессов.

**Keywords:** drained lands, water erosion, land reclamation, erosion, drainage.

**Summary.** This article discusses the main causes of water erosion, its effects on soil, and methods to prevent it. Special attention is paid to the analysis of planar soil flushing, erosion of drainage channels and damage to hydraulic structures. Effective measures to prevent water and wind erosion processes are proposed.

Осушенные земли играют важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая плодородные площади для выращивания культур. Однако такие территории часто подвержены водной эрозии, которая может привести к значительной деградации почвы, снижению ее плодородия и ухудшению экологического состояния [5]. Водная эрозия возникает под воздействием потоков воды, которые размывают почву, унося ее

верхний плодородный слой. В данной статье рассматриваются основные причины водно-эрозионных процессов на осушенных землях, их последствия и методы предотвращения.

Интенсивность водно-эрозионных процессов на осушенных территориях определяется множеством факторов, включая гидрологические особенности стока, степень развития эрозии на прилегающих водосборных участках, рельеф местности, устойчивость почвы к размыву, эффективность закрепления поверхности растительностью и качество гидротехнических сооружений. Кроме того, значительное влияние оказывают методы обработки почвы и тип конструкции каналов осушительной системы.

Факторы, способствующие водной эрозии на осушенных землях: интенсивное использование земель; неправильная организация водостока; климатические условия; рельеф местности [3].

С учетом специфики местных условий на осушенных территориях могут развиваться следующие водно-эрозионные процессы: плоскостной смыв поверхностного слоя почвы; размывы каналов осушительной сети и повреждения сооружений на них; аккумулятивные процессы.

Плоскостной смыв почвы происходит под воздействием дождевых и паводковых вод, размывающих и уносящих верхний слой грунта. В результате этого процесса из почвы вымываются ил, органические вещества, азот, фосфор, калий, микроорганизмы и коллоиды. Это приводит к снижению ее связности, делая почву более уязвимой для дальнейшего разрушения водой и ветром. Урожайность сельскохозяйственных культур на таких участках может сокращаться в 2–3 раза [5].

Кроме водной эрозии, на осушенных землях развивается и ветровая эрозия (дефляция), особенно на пересушенных торфяных массивах.

При обследовании осушенных массивов в Брянской области были отмечены участки, на которых вспаханная на зябь разрыхленная торфяная почва в период снеготаяния и интенсивных весенних дождей смывалась вначале в каналы осушительной сети, а затем с водой уносились в реку-водоприемник. Также было выявлено, что некоторые каналы полностью заполнились продуктами плоскостного смыва почвы с прилегающих территорий.

Меры по предотвращению водно- и ветро- эрозионных процессов: использование закрытых коллекторов вместо открытых каналов; создание полезащитных лесных полос; введение севооборотов с многолетними травами и посевом промежуточных культур (например, люпина); внесение органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв; ежегодное прикапывание торфяной почвы тяжелыми катками.

На осушенных территориях наиболее распространенными формами водно-эрозионных процессов являются размывы и разрушения русел каналов осушительной сети, а также размывы берегов рек-водоприемников, что нередко приводит к повреждению или разрушению гидротехнических сооружений.

Во многих случаях дно и откосы осушительных каналов остаются неукрепленными. В результате воздействия дождевых вод еще до завершения строительства начинается размыв откосов, а продукты эрозии заиливают дно каналов, препятствуя нормальному оттоку дренажных вод. Такие каналы быстро выходят из строя, капитальный ремонт требуется уже через 3–4 года, а иногда и на второй год эксплуатации. В более плотных грунтах процесс разрушения протекает медленнее, но каналы подвержены другим деформациям [1].

Правильно спроектированные водопроводящие русла, укрепленные дощатыми стенками, значительно менее подвержены зарастанию. Оптимальным считается расположение стенок на таком расстоянии, при котором глубина постоянного водного потока между ними составляет не менее 8–10 см, а скорость течения равномерно распределена. При слишком большом расстоянии между стенками поток становится мелководным, что способствует зарастанию и заиливанию канала. В случаях повышенной скорости потока дополнительно применяют гравийную засыпку толщиной 8–10 см, каменную наброску или используют низкие (0,2–0,3 м) и высокие (0,4–0,5 м) дощатые стенки.

Эффективными методами также являются: укрепление нижней части откоса дерном, а верхней – посевом трав или внесением дерновой крошки [4].

При сложных гидравлических или гидрогеологических условиях укрепление откосов дерном и травами может оказаться недостаточным. В таких случаях целесообразно использовать более надежные методы, включая каменную кладку, бетонные плиты или лотки. При высокой точности выполнения работ и тщательной подготовке основания бетонные конструкции эффективно защищают от эрозии на наиболее подверженных разрушению участках каналов.

Эрозионные процессы в каналах осушительных систем могут привести к значительным повреждениям гидротехнических сооружений и ухудшению работы всей осушительной системы. Для предотвращения этих процессов необходимо принимать комплексные меры, включая укрепление берегов, регулирование скорости потока, использование защитных конструкций и регулярный мониторинг состояния сооруже-

ний. Это позволит сохранить эффективность осушительных систем и предотвратить разрушение инфраструктуры [4].

Водно-эрозионные процессы на магистральных каналах и реках-водоприемниках осушительных систем являются важной проблемой, так как они могут привести к нарушению работы всей мелиоративной сети, повреждению гидротехнических сооружений и деградации земель. Эти процессы включают размыв берегов, углубление и расширение русел, а также образование оврагов и промоин, что значительно снижает эффективность осушения и может угрожать инфраструктуре.

По результатам обследований, проводимых на мелиоративных участках земель Брянской области, на прямолинейных участках отрегулированных водоприемников размывы берегов, как правило, не происходят. Однако на поворотах русел эрозионные процессы наблюдаются значительно чаще. Для предотвращения боковых размывов русел отрегулированных рек-водоприемников важнейшим условием является обеспечение умеренной скорости течения и по возможности более плавных изгибов русла. В случае когда создание плавности поворота невозможно, следует укреплять вогнутые берега, которые испытывают наибольшее воздействие потока воды.

При не слишком крутых поворотах устойчивость русел может быть обеспечена с помощью простейших берегозащитных устройств, таких как укрепление дерном, гравийными набросками.

Эрозионные процессы на магистральных каналах и реках-водоприемниках осушительных систем нередко проявляются в непосредственной близости от гидротехнических сооружений, что может приводить к их повреждению или разрушению. Основные причины размывов в таких местах аналогичны тем, что наблюдаются на каналах, а также у мостовых сооружений с широкими пролетами. Увеличение скорости течения, вызванное сужением русла в местах расположения сооружений, создает зоны интенсивного размыва, что требует специальных мер защиты. Для предотвращения разрушений в этих зонах применяют различные методы укрепления, включая каменную наброску, бетонные плиты, габионные конструкции и берегоукрепительные шпоры, способные рассеивать энергию потока и снижать его разрушающее воздействие.

Эрозионно-аккумулятивные процессы представляют собой сочетание двух противоположных явлений: эрозии, то есть разрушения и переноса почвы и других материалов, и аккумуляции, т. е. их накопления в новых местах. Эти процессы оказывают значительное влияние на формирование рельефа и могут наблюдаться как на естественных, так и на измененных человеком территориях.

Аккумулятивные процессы, вызванные эрозией почв на прилегающих холмистых участках и выносом продуктов эрозии через овраги и балки на осушенные земли, широко распространены на многих узких осушенных поймах. Эти процессы представляют значительную угрозу для мелиоративного строительства (рис. 1).

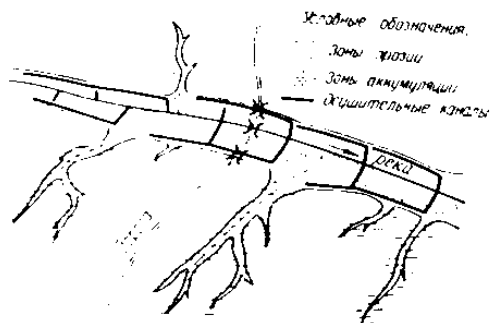


Рис. 1. Схема развития эрозионно-аккумулятивных процессов в зоне осушенной поймы

Результаты проведенных исследований показывают, что для эффективного использования осушенных земель необходимо предотвратить заносы пойменных территорий продуктами водной эрозии, происходящей на прилегающих склонах. Однако решить эту проблему исключительно с помощью гидротехнических мероприятий или других мероприятий, проводимых в пределах самой мелиоративной площади поймы, невозможно. Требуется комплексный подход, включающий проведение специализированных исследований для разработки оптимальных решений, направленных на предотвращение эрозионных процессов и сохранение плодородия земель.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев, Н. М. Дренажные системы и их влияние на почвообразовательные процессы / Н. М. Лебедев. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010.
2. Васильев, А. Б. Климатические изменения и эрозионные процессы / А. Б. Васильев. – Екатеринбург: Уральский университет, 2015.
3. Дмитриев, И. И. Гидротехнические сооружения и их защита от эрозии / И. И. Дмитриев. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2013.
4. Николаев, Е. В. Почвенная эрозия и ее влияние на сельское хозяйство / Е. В. Николаев. – Саратов: СГУ, 2017.
5. Соловьев, П. Г. Управление водными потоками в мелиоративных системах / П. Г. Соловьев. – Минск: Белорус. наука, 2018.

УДК 621.3:378.147

**Пережило М. В.**, студент 2-го курса

Института энергетики и природопользования

## **ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ-ЭЛЕКТРИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

*Научный руководитель – Филин Ю. И., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** профессиональные компетенции, обучение ИИ, обслуживание электрооборудования, инженер-электрик, цифровизация.

**Аннотация.** Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) становятся неотъемлемой частью технического обслуживания электрооборудования. Их внедрение позволяет повысить эффективность диагностики, прогнозировать неисправности и минимизировать время простоя оборудования. Однако успешное использование ИИ требует развития соответствующих компетенций у инженеров-электриков, что сопровождается рядом проблем и вызовов. В данной статье рассмотрены ключевые проблемы и пути их решения, включая развитие образовательных программ, адаптацию существующих специалистов, устранение дефицита методических материалов, преодоление сопротивления изменениям и финансовых барьеров внедрения обучения.

**Keywords:** professional competencies, AI training, electrical equipment maintenance, electrical engineer, digitalization.

**Abstract.** Modern artificial intelligence (AI) technologies are becoming an integral part of electrical equipment maintenance. Their implementation allows to increase the efficiency of diagnostics, predict malfunctions and minimize equipment downtime. However, the successful use of AI requires the development of relevant competencies in electrical engineers, which is accompanied by a number of problems and challenges. This article discusses key problems and ways to solve them, including the development of educational programs, adaptation of existing specialists, elimination of the deficit of methodological materials, overcoming resistance to change and financial barriers to the implementation of training.

**Введение.** Развитие цифровых технологий и искусственного интеллекта значительно изменяет подходы к техническому обслуживанию

электрооборудования [1, 2, 3]. Внедрение интеллектуальных систем позволяет автоматизировать процессы диагностики, предсказания отказов и управления оборудованием [4]. Однако это требует новых компетенций у инженеров-электриков, включая владение методами анализа данных, алгоритмами машинного обучения, специализированным программным обеспечением и вопросами кибербезопасности [5, 6]. В данной статье рассмотрены основные проблемы подготовки специалистов в этой области и предложены возможные решения.

**Материалы и методы исследований.** В ходе исследования были проанализированы современные образовательные программы, методы повышения квалификации инженеров-электриков, а также опыт ведущих промышленных предприятий в обучении персонала использованию ИИ. Используются методы сравнительного анализа, экспертных оценок и практического внедрения образовательных инициатив в технических вузах и на производственных предприятиях.

**Результаты исследований и их обсуждение.** С развитием искусственного интеллекта (ИИ) в сфере технического обслуживания требования к квалификации инженеров-электриков стремительно меняются [7, 8, 9]. Теперь от специалистов требуется не только классическое знание электротехники, но и навыки работы с цифровыми системами, аналитикой данных и предиктивным обслуживанием. Для полного раскрытия темы исследования нужно провести анализ требований квалификации инженеров, проблемы адаптации подготовленных специалистов, наличия актуализированных программ и методических материалов и финансовых барьеров.

### ***1. Новые требования к квалификации инженеров.***

С развитием ИИ в техническом обслуживании инженеры-электрики должны осваивать новые компетенции, включая:

- **анализ данных:** работа с большими массивами информации, привлечение полезных сведений и построение аналитических моделей;
- **алгоритмы машинного обучения:** понимание принципов работы нейросетей, классификации, кластеризации и прогнозирования неисправностей;
- **специализированное программное обеспечение:** изучение платформ для диагностики, мониторинга и прогнозирования состояния электрооборудования;
- **кибербезопасность и защита данных:** обеспечение безопасности цифровых систем, защищенного взаимодействия между устройствами и предотвращения кибератак.

Эти требования приводят к необходимости значительных изменений в образовательных программах вузов и профессионального обучения. Важно обеспечить интеграцию курсов по ИИ в программы подготовки инженеров-электриков, включая практические занятия с реальными системами.

### **2. Проблема адаптации существующих специалистов.**

Сложности в освоении цифровых технологий особенно актуальны для специалистов, обладающих значительным опытом работы с традиционными методами обслуживания. Их адаптация к новым инструментам требует следующих шагов:

- организация курсов повышения квалификации, которые учитывают уровень знаний специалистов и позволяют осваивать технологии ИИ поэтапно;
- разработка модульного обучения, где базовые и продвинутые модули позволят инженерам учиться в удобном темпе;
- внедрение системы наставничества, где более подготовленные сотрудники смогут помогать коллегам в освоении новых технологий;
- использование виртуальных тренажеров и симуляторов, позволяющих инженерам в безопасной среде отрабатывать применение ИИ в диагностике электрооборудования.

#### **Основные методы адаптации специалистов к цифровым технологиям**

<b>Метод адаптации</b>	<b>Описание</b>
Курсы повышения квалификации	Обучение в специализированных центрах
Модульное обучение	Освоение темпами, удобными для специалиста
Наставничество	Опытные сотрудники помогают адаптироваться
Виртуальные тренажеры	Безопасное освоение технологий в цифровой среде

### **3. Дефицит учебных программ и методических материалов.**

На данный момент образовательные учреждения и корпоративные программы обучения не всегда содержат модули, посвященные работе с ИИ в техническом обслуживании. Это ведет к нехватке специалистов, готовых к эффективному использованию современных цифровых решений.

Для решения данной проблемы необходимо:

- создавать образовательные стандарты и включать ИИ в перечень обязательных дисциплин;

- разрабатывать учебные пособия и методические материалы, ориентированные на применение ИИ в техническом обслуживании;
- расширять сотрудничество между вузами и промышленными предприятиями для формирования актуальных курсов;
- внедрять онлайн-обучение и дистанционные курсы, позволяющие специалистам осваивать новые технологии без отрыва от работы.

#### ***4. Сопротивление изменениям и недостаток мотивации.***

Одной из серьезных проблем внедрения ИИ в техническое обслуживание является человеческий фактор. Недостаточное понимание принципов работы ИИ, а также опасения потери рабочих мест приводят к нежеланию осваивать новые технологии.

Возможные пути решения:

- проведение информационных компаний о преимуществах ИИ и его роли в повышении эффективности работы инженеров;
- демонстрация успешных вариантов, где внедрение ИИ позволило упростить рутинные задачи, а не заменить работников;
- введение системы мотивации, включающей финансовые бонусы и карьерный рост для специалистов, освоивших новые технологии;
- создание рабочих групп, объединяющих инженеров, айтишников и руководителей для совместного поиска решений.

#### ***5. Финансовые барьеры внедрения обучения.***

Создание и проведение курсов по обучению использованию ИИ требует значительных инвестиций как со стороны предприятий, так и со стороны образовательных учреждений. Малые и средние компании часто не имеют достаточных средств для организации таких программ.

Решить эту проблему можно за счет:

- привлечения государственных грантов и субсидий для обучения специалистов;
- развития партнерских программ между компаниями и образовательными учреждениями;
- внедрения модели корпоративного обучения, где обучение финансируется из бюджета предприятия с возможностью налоговых вычетов;
- использования открытых образовательных платформ, предлагающих бесплатные или недорогие курсы по ИИ.

**Заключение.** Обучение инженеров-электриков использованию искусственного интеллекта для технического обслуживания электрооборудования является ключевым фактором успешной цифровой транс-

формации промышленности. Преодоление текущих барьеров требует комплексного подхода, включающего образовательные реформы, поддержку работодателей и активное внедрение инновационных методик обучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипов, И. К. Разработка программного обеспечения для системы диагностики состояния автоматических выключателей / И. К. Шарипов, О. В. Шарипова // Теория и практика применения новых информационных технологий, Ставрополь, 15–20 нояб. 2021 г. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2021. – С. 129–137.
2. Грунтови́ч, Н. В. Применение вероятностно-статистических методов при выявлении дефектов дизельной форсунки / Н. В. Грунтови́ч, Д. В. Кирдишев // Вестн. Брянской ГСХА. – 2024. – № 1 (101). – С. 58–62.
3. Безик, В. А. Исследование показателей качества электроэнергии сельскохозяйственного предприятия / В. А. Безик, Д. А. Безик, А. М. Никитин // Вестн. Брянской ГСХА. – 2024. – № 5 (105). – С. 53–60.
4. Филин, Ю. И. Диагностирование кабельных линий / Ю. И. Филин // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф., Брянск, 16–17 мая 2024 г. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. – С. 41–46.
5. Погоньшев, В. А. Трансформация управления персоналом на предприятиях АПК с применением искусственного интеллекта / В. А. Погоньшев, Д. А. Погоньшева, Н. А. Иванова // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. тр. XV Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 14–15 марта 2024 г. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. – С. 459–465.
6. Бабенков, А. В. Корреляция потребностей подготовки кадров с развитием искусственного интеллекта в военной сфере / А. В. Бабенков, А. А. Бавула, Э. И. Мухитов // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2022. – № 2 (122). – С. 26–32.
7. Феськов, С. А. Цифровые технологии при контроле износов культиваторных лап для обработки стерни / С. А. Феськов, Н. Д. Ульянова, А. А. Петров // Тр. инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1. – С. 66–72.
8. Погоньшев, В. А. Вопросы эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях интеллектуализации АПК / В. А. Погоньшев, Д. А. Погоньшева, Н. Д. Ульянова // Вестн. Брянской ГСХА. – 2024. – № 6 (106). – С. 54–59.
9. Искусственный интеллект в системе образования: сущность и современное использование / Б. С. Смирнов, А. В. Новиков, А. Ю. Михайлова, Е. А. Суярова // Экологическая география: современные векторы в науке: сб. науч. тр. – Краснодар: Кубанский гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2023. – С. 108–111.

УДК 629.7

**Пыталев Д. В.**, студент

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Научный руководитель – Безик В. А., канд. техн. наук, доцент*  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** дрон, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), сельское хозяйство, наблюдение, программное обеспечение, культуры, аккумуляторная батарея, квадрокоптер, сенсор, программный контролер, программное обеспечение (ПО).

**Аннотация.** В статье кратко описывается история возникновения дронов, их классификация, принцип работы и способы их применения в сельском хозяйстве. Рассматривается их эффективность и целесообразность.

**Keywords:** drone, unmanned aerial vehicle (UAV), agriculture, surveillance, software, crops, battery, quadcopter, sensor, software controller, software.

**Summary.** This article briefly describes the history of drones, their classification, operating principle and methods of their application in agriculture. Their effectiveness and expediency are being considered.

Дрон – это дистанционно управляемый аппарат, способный перемещаться и выполнять различные виды задач беспилотно. На данный момент можно заявить, что нынешняя эпоха – это век высоких технологий, где использование дронов является чем-то новым и необычным, однако на самом деле дроны были придуманы очень давно. Данная статья посвящена использованию дронов в сельском хозяйстве, но для того чтобы понять, как люди пришли к этому и как все развивалось, нужно знать, откуда все это появилось.

Первый зарегистрированный дрон появился в конце XIX в., и его создателем считается Николо Тесла. Его целью было создание оружия для прекращения междоусобных войн. Он хотел показать, что концепция боевых дронов безошибочна и несет в себе неограниченную разрушительную силу, наличие которой может образумить людей от решения начинать конфликты.

Демонстрацию первого дрона Никола Тесла произвел в 1898 г. в пруду Медисон-сквер-гарден (Нью Йорк). Там он показал первую в мире радиоуправляемую лодку, задача которой заключалась в уничто-

жении вражеских судов. Дальнейшая человеческая история показала, что дроны и по сей день применяются в военных целях. Лишь с начала XXI в. с развитием цифровой микропроцессорной техники стало развиваться гражданское использование, такое как транспортировка грузов, фото- и видеосъемка, исследование космоса и многое другое. Все это может осуществляться беспилотными аппаратами в местах, где человек не способен производить свою деятельность сам лично.

Наиболее широкое применение в мире среди дронов получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА), принцип назначения и классификацию которых мы рассмотрим.

Классифицировать БПЛА можно по разным категориям, основными считаются следующие:

***по назначению:***

- любительские – дроны, которые можно приобрести или создать самостоятельно для личного пользования, например для фото- и видеосъемок;

- профессиональные – те же любительские дроны, но с более улучшенными характеристиками, оснащенные различными сенсорами и улучшенной камерой для съемки. Такие дроны используются в случаях, когда требуется высокая четкость изображения и потребность анализа и передачи данных, например строительство, лесоохрана или геодезия;

- промышленные – это дроны, используемые в узкоспециализированных сферах. Они оборудованы нужным для своей области применения программным обеспечением, датчиками слежения и имеют свою собственную специализированную конструкцию. Такие дроны применяются в сферах энергетики для осмотра инфраструктуры различных предприятий, использования в спасательных операциях и, наконец, в сельском хозяйстве применяют агродроны с целью мониторинга сельскохозяйственных культур;

- военные – дроны, применяемые в служебных целях. Они способны доставлять грузы, производить разведку территорий, а также нанести ущерб противнику;

***по конструкции:***

- БПЛА имеют различную конструкцию и материал изготовления. Так, дроны классифицируют по количеству пропеллеров и способу исполнения. Существуют квадрокоптеры, дроны с 6 винтами, гексокоптеры с 8 винтами и т. д., дроны самолетного или вертолетного типа, а также гибридные. Стоит отметить, что для разных целей материал для

несущих конструкций бывает разным, например металлическим для увеличения жесткости и гашения вибраций или пластиковым для уменьшения веса;

**по дальности применения:** малые, средние, дальние;

**по габаритам:** микродроны, обычные, крупногабаритные.

Принцип работы любого БПЛА основан на совмещении конструктивной части с его программным обеспечением, сенсорами и наличием оператора.

Если в качестве примера рассматривать самый обычный квадрокоптер, то нужно выделить, что дроны состоят из рамы, двигателя с пропеллерами, контроллера, сенсоров, аккумуляторной батареи, соединительных шлейфов и регулятора оборотов.

Рама является несущей и одновременно связующей конструкцией. Она держит на себе все элементы дрона подобно скелету, и задача любого конструктора сделать этот скелет легким для полетов, а также согласовать жесткость и прочность материала для механической устойчивости, поэтому все корпуса изготавливают из композитных материалов с нужными присадками.

Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую, они передают ее пропеллерам, тем самым создавая тяговую силу, что позволяет парить в небе и маневрировать. Изменять скорость вращения позволяют регуляторы оборотов, которые получают сигнал от контроллера, а затем воздействуют на ДПТ.

Контроллер дрона, он же его «мозг», выполняет функцию компьютера: он собирает данные от оператора и от имеющихся в нем сенсоров, анализирует информацию и передает управляющее воздействие исполнительным механизмам. Чем больше информации способен обрабатывать контроллер, тем шире может быть его набор функций. Так, к примеру, дроны, имея различные датчики слежения, могут иметь инфракрасное зрение, собирать данные об окружающей среде, а также обладать возможностью программирования с дальнейшей автономной деятельностью.

Аккумуляторная батарея – это элемент, без которого не обходится практически ни одно автономное устройство. Чем больше емкость АКБ, тем дольше беспилотник может находиться в воздухе и выполнять свои задачи.

Какова роль дронов в сельском хозяйстве?

Самое главное преимущество использования сельскохозяйственных дронов – это отсутствие прямого вмешательства человека, что

значительно ускоряет какую-либо работу и удешевляет ее. На данный момент беспилотники могут осуществлять следующую деятельность:

#### *1. Распределение пестицидов и удобрений.*

За счет того что современные дроны способны легко и быстро маневрировать в труднодоступных местах, они с легкостью могут вносить удобрения в почву для повышения урожайности и обрабатывать пестицидами растения, что позволит обеспечить здоровый жизненный цикл. Стоит отметить, что благодаря автономности отсутствует риск заболевания человека, так как он управляет удаленно. Повышается экономия средств на обработку, так как БПЛА сами способны отыскивать нужные растения и дозировать для них нужные удобрения или пестициды.

#### *2. Исследование сельскохозяйственных угодий.*

Так как агродроны нуждаются лишь в периодической подзарядке и имеют современные сенсоры слежения, они способны преодолевать большие расстояния и собирать данные о растениях и почве, что позволяет фермерам контролировать урожайность в процессе роста культур. Также благодаря видеонаблюдению можно своевременно выявлять заболевшие растения и принимать меры по их исцелению.

#### *3. Геометрическое планирование и 3D моделирование полей.*

Благодаря тому что дроны способны пролетать большие расстояния и вести наблюдение с больших высот, они способны производить качественную фото- и видеосъемку для составления и 3D моделирования карт, что в дальнейшем облегчает контроль над земельными ресурсами и помогает в анализе рельефа. К преимуществу использования дрона в этой области по сравнению с использованием спутника является детализация и видение съемки в погодных условиях, при которых спутник снимать не может, к примеру, при высокой облачности.

#### *4. Мониторинг пастбищ.*

Дроны в силу своих технических особенностей способны быстро добираться до места нахождения сельскохозяйственного скота. Это позволяет быстро и оперативно следить за состоянием пастбищ и контролировать перегон сельского скота. С внедрением такого сельскохозяйственного дрона эффективность увеличивается, а трудозатраты уменьшаются, ведь деятельность пастухов значительно сокращается.

#### *5. Посадка растений.*

Современные мощные дроны способны удерживать на себе большой вес, благодаря чему могут быть модернизированы дополнительным оборудованием. Так, дроны получили возможность сажать семена

растений и небольшие саженцы деревьев. Подобный способ посадки стали использовать в лесной промышленности. На данный момент в России с помощью дронов стали осуществлять посадку горчицы и транспортировку семян картофеля.

#### *6. Автоматическое распознавание сорных растений.*

На момент 2024 г. компания Русагро внедрила в свои дроны технологию распознавания вредных растений. Такая система позволит повысить эффективность управления посевами, сократить засоренность полей и оптимизировать затраты на обработку. Как утверждают представители компании, новая технология увеличила данные о фитосанитарном состоянии полей в 6 раз.

#### ***Плюсы и минусы использования дронов.***

Из того что было написано выше, можно определенно сказать, что использование БПЛА в сельском хозяйстве имеет свои *плюсы*, к которым можно отнести:

1) экономию затрат. Практика показывает, что эксплуатация дронов сокращает использование человеческих ресурсов, затраты на спецтехнику и сырье;

2) легкость в использовании. Современные дроны имеют возможность работать автономно, им достаточно задать команду, и они будут ее выполнять. Если же такой функции нет, то обучение владению агродроном проходит достаточно просто и быстро;

3) маневренность. Летательные аппараты способны легко передвигаться в пространстве, что позволяет им маневрировать в различных местах и выполнять работу там, где человек не способен;

4) большой функционал использования. Вышеописанные примеры использования дронов не являются единственными примерами. На данный момент функционал дронов ограничен лишь их конструктивными особенностями. Не стоит забывать, что с каждым днем создаются все более современные аппараты;

5) автономность. Дроны могут работать автономно в любое время суток, в то время как человеку необходим отдых;

6) экономическая эффективность. Даже несмотря на то, что дроны дорогие, при должном использовании они способны себя окупить.

*К минусам* можно отнести:

1) зависимость от аккумуляторных батарей. Вся техника зависит от затрачиваемой энергии, мощность дрона зависит от электроэнергии. В среднем агродроны могут поднимать от 12 до 20 кг нагрузки, а длительность полета составляет 30 мин, что вынуждает регулярно проводить зарядку БПЛА;

2) зависимость от погодных условий. При неблагоприятных погодных условиях, таких как дождь и сильный ветер, использование дронов на практике невозможно;

3) разрешение на использование. На сегодняшний день в связи с известными обстоятельствами не во всех регионах страны разрешено использовать БПЛА, поэтому фермерам придется работать старыми методами. Но в ближайшем будущем данный запрет будет отменен;

4) зависимость от программного обеспечения и навыков оператора. Не каждый дрон способен выполнять ту или иную работу, все зависит от его ПО. И не каждый дрон может работать автономно, что приводит к зависимости от навыков пилота.

Несмотря на некоторые имеющиеся недостатки, использование дронов в сельском хозяйстве сулит не только серьезные экономические выгоды, но и внедрение новых технологий в обработке полей, защите растений и др. сферах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бенедиктов, А. В. Беспилотные летательные аппараты: история, развитие, перспективы / А. В. Бенедиктов. – М.: Техносфера, 2018.

2. Попов, Д. С. Основы аэродинамики и управления дронами / Д. С. Попов. – СПб.: Питер, 2021.

3. Tesla, N. Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels or vehicles. US Patent No. 613, 809, 1898.

4. Громов, А. И. Дроны в сельском хозяйстве: применение и перспективы развития / А. И. Громов, В. П. Зайцев. – М.: Агропромиздат, 2020.

5. Anderson, C. The Drone Revolution: How Unmanned Aerial Vehicles Are Changing the World. – New York: Harper Business, 2019.

6. Министерство сельского хозяйства РФ. Отчет о внедрении БПЛА в агросекторе России за 2023 год. – URL: <https://mcs.gov.ru> (дата обращения: 28.03.2025).

7. РусАгро. Применение дронов для автоматического распознавания сорняков растений. – 2024. – URL: <https://www.rusagrogroup.ru> (дата обращения: 28.03.2025).

**Секция 4. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ УЧРЕЖДЕНИЙ  
ОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

УДК 504.06

**Арганистова З. Ю.**, аспирант кафедры гидротехнических сооружений и водоснабжения

**МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА: ОБСЛЕДОВАНИЕ,  
БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ,  
ВИДЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Научный руководитель – Мажайский Ю. А., д-р с.-х. наук, профессор*  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** экологическое состояние водоема, многофакторный анализ, обследование водоема, биоиндикация.

**Аннотация.** В статье проводится всесторонний анализ экологического состояния водоема, учитывающий множество факторов. Исследование фокусируется на связях между общим состоянием водоема, его биологическим разнообразием и тем, как используется земля вокруг него. Определены ключевые факторы, влияющие на состояние водоема, на примере конкретного водного объекта.

**Keywords:** ecological state of a water body, multifactor analysis, water body survey, bioindication.

**Summary.** This article presents a comprehensive analysis of the ecological state of a water body, taking into account multiple factors. The study focuses on the relationships between the overall condition of the water body, its biodiversity, and the surrounding land use. Key factors influencing the state of the water body are identified using a specific aquatic site as an example.

**Введение.** Экология водных ресурсов – это наука, изучающая взаимоотношения между живыми организмами и окружающей средой в водных экосистемах. Она охватывает широкий круг вопросов, связанных с качеством воды, загрязнением, использованием водных ресурсов и сохранением водных экосистем.

Многофакторный анализ – ключ к пониманию экологического состояния водоемов. Изучая взаимосвязь территории, биоразнообразия и землепользования, можно комплексно оценить здоровье водной экосистемы, выявить причины загрязнения, оценить воздействие на флору и

фауну и спрогнозировать будущие изменения. Это позволяет разрабатывать эффективные меры по улучшению состояния водоема и оценивать результативность природоохранных мероприятий.

**Материалы работы.** Комплексная оценка экологического состояния водоемов критически важна для управления водными ресурсами и охраны природы. Она требует многофакторного анализа, учитывающего взаимосвязь между обследованием территории, биоразнообразием и землепользованием. Такой подход позволяет оценить состояние водной экосистемы, выявить причины загрязнения, оценить воздействие на биоразнообразие, прогнозировать изменения и разрабатывать эффективные меры по улучшению.

Многофакторный анализ включает в себя:

1) обследование водоема: анализ физико-химических параметров воды (температура, pH, кислород, мутность, электропроводность, содержание биогенных элементов, тяжелых металлов) и донных отложений для выявления источников загрязнения и оценки состояния водоема;

2) оценку биологического разнообразия: изучение видового состава и обилия фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, рыб и водной растительности для оценки устойчивости экосистемы и выявления признаков деградации;

3) анализ землепользования: определение влияния сельского хозяйства, промышленности, городской застройки, лесного хозяйства и добычи полезных ископаемых в водосборном бассейне на состояние водоема для выявления источников загрязнения.

Результаты многофакторного анализа служат основой для разработки научно обоснованных мер по охране и восстановлению водных ресурсов.

Биологический метод оценки состояния водоемов базируется на изучении живущих в них организмов. Он считается быстрым и надежным, так как экосистема сама сигнализирует об изменениях через состав, структуру и численность своих обитателей. Суть метода заключается в биомониторинге – исследовании разных групп организмов (моллюсков, ракообразных, растений, рыб) с определением видов, их количества и биомассы.

Эффективность применения комплексной многофакторной экологической оценки водного объекта кратко представим на примере пруда «Безымянный», расположенного на территории города Горки Могилевской области.

Вблизи пруда расположены сельскохозяйственные угодья, дороги, лес и небольшая жилая зона. Первичная оценка экологического состояния проводилась визуальным осмотром, сбором и определением ви-

дов растений по берегам и в воде, отбором проб ила и опросом местных жителей. Вода из пруда используется для орошения. Экологическое состояние оценивалось биологическим методом с использованием 4 групп водных организмов-биоиндикаторов (водная растительность, ихтиофауна, моллюски, бентос). Изучение видового состава и характеристик растений и других водных обитателей позволяет сделать первичные выводы о состоянии водоема.

На основе исследований установлено, что пруд «Безымянный» находится под значительным антропогенным влиянием из-за окружающих сельскохозяйственных земель. Анализируемая проблема имеет следующие проявления:

1. Химическое загрязнение: дождем смывают удобрения и пестициды с полей, которые затем попадают в пруд с поверхностным стоком, загрязняя воду химическими веществами.

2. Загрязнение наносами: поверхностный сток также вымывает частицы почвы, образуя осадок в пруду. Этот осадок содержит микроэлементы и органические вещества, что ухудшает качество воды.

3. Угроза биоразнообразию: загрязнение, приносимое с полей поверхностным стоком, негативно влияет на водную экосистему, снижая видовое разнообразие, нарушая пищевые цепочки и естественные процессы. Обследование прибрежной зоны пруда, изучение толщи воды и отбор проб ила, а также опрос местных жителей подтверждают эти выводы.

**Заключение.** Для эффективной защиты и восстановления водоемов необходим многосторонний анализ их экологического состояния. Такой комплексный подход включает в себя изучение водоема, оценку его биологического разнообразия и анализ использования прилегающих земель. Это позволяет выявить главные источники загрязнения, оценить влияние деятельности человека и разработать действенные меры для улучшения экологии водоема. Полученные данные служат фундаментом для принятия обоснованных решений в области охраны природы и рационального использования водных ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. – 270 с.
2. Апкин, Р. Н. Экологический мониторинг: учеб. пособие / Р. Н. Апкин, Е. А. Минакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015 – 127 с.
3. Опекунова, М. Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие / М. Г. Опекунова. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2016. – 300 с.

УДК 378

**Балабанян К. Г.**, студент 4-го курса агрономического факультета  
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРАКТИКЕ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

*Научный руководитель – Бунтова Е. В., канд. пед. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** аспект, практика, возможности, гипотеза, подход, информационное интегрирование.

**Аннотация.** Проведен всесторонний анализ инновационных технологий в образовательной практике учреждений, готовящих специалистов сельскохозяйственного профиля. Определены основополагающие современные вызовы в образовательной практике сельскохозяйственного профиля, возможности внедрения цифровых технологий в образовательный процесс аграрного вуза, проведен анализ возможностей сотрудничества с международными университетами.

**Keywords:** aspect, practice, possibilities, hypothesis, approach, information integration.

**Summary.** A comprehensive analysis of innovative technologies in the educational practice of institutions that train agricultural specialists has been conducted. The fundamental modern challenges in the educational practice of an agricultural profile, the possibilities of introducing digital technologies into the educational process of an agricultural university are identified, and the possibilities of cooperation with international universities are analyzed.

Объектом исследования в данной работе являются инновационные технологии в области образовательного процесса аграрного университета.

Актуальность темы обусловлена тем, что в последние десятилетия мир сталкивается с множеством вызовов, связанных с изменением климата, ростом населения, истощением природных ресурсов и необходимостью обеспечения продовольственной безопасности. Эти факторы оказывают значительное влияние на агропромышленный комплекс, требуя от специалистов в области сельского хозяйства способности к быстрой адаптации к новым условиям. В этом контексте инновационные технологии в образовательной практике становятся ключевым элементом, способствующим повышению качества подготовки будущих специалистов аграрного сектора.

Целью данного исследования определен всесторонний анализ инновационных технологий в образовательной практике учреждений, готовящих специалистов сельскохозяйственного профиля.

Цель исследования определила поставленные задачи:

- определение основополагающих современных вызовов в образовательной практике сельскохозяйственного профиля;
- определение активных методов обучения в агрономии;
- определение возможностей внедрения цифровых технологий в образовательный процесс аграрного вуза;
- анализ возможностей сотрудничества с международными университетами.

В работе представлены результаты теоретического исследования, в основу которого положен гипотетико-дедуктивный метод, т. е. были выдвинуты дедуктивно связанные между собой гипотезы, из которых выводились утверждения об эмпирических фактах, а также метод анализа объекта исследования и синтеза его составляющих. Таким образом, данная работа направлена на всесторонний анализ инновационных технологий в образовательной практике учреждений, готовящих специалистов сельскохозяйственного профиля.

К современным вызовам в образовательной практике сельскохозяйственного профиля на основе анализа материалов верифицированных источников были определены следующие аспекты.

Первый аспект определен министром сельского хозяйства – это создание целевых мест в вузах, что должно повысить интерес молодежи к сельскохозяйственным специальностям и, как следствие, улучшить положение агросектора в стране [1]. Важность этого аспекта подтверждается статистикой, которая показывает, что более чем в 40 вузах по программам высшего образования обучаются около 280 тысяч студентов, однако количество мест для целевого обучения остается недостаточным [2].

Второй важный аспект связан с интеграцией современных технологий в образовательный процесс. Критически важными остаются вопросы внедрения таких технологий, как биоинженерия, которые могут значительно улучшить качество подготовки специалистов, работающих в аграрном секторе [3].

Третий аспект касается формирования новых подходов к преподаванию, в частности внедрения информационных технологий и междисциплинарного подхода в обучении [3, 4, 5, 6].

В агрономическом образовании активные методы обучения требуют от обучающегося самостоятельного мышления, что особенно акту-

ально в связи с необходимостью умения адаптироваться к быстроменяющимся условиям аграрной практики. Лабораторно-практические занятия по блочно-модульной системе представляют собой эффективный подход к обучению. Система модульного обучения позволяет сосредоточиться на конкретных темах, например, «Красная книга Республики Беларусь» или «Эрозия почвы». Система не только увеличивает уровень вовлеченности студентов, но и помогает создать связный поток знаний, осваиваемых в течение семестра [9]. Это позволяет поддерживать интерес студентов к учебному материалу, активному вовлечению студентов в образовательный процесс и способствует повышению их устойчивости к стрессам и неопределенности, которые неизбежны в сельском хозяйстве.

Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс учреждений сельскохозяйственного профиля стало актуальной необходимостью [2]. Проект «Цифровое сельское хозяйство», разработанный в рамках государственной программы, направлен на достижение технологического прорыва. Это приводит к созданию современного учебного контента и новых форматов обучения, которые должны соответствовать вызовам времени и потребностям экономики [4, 5, 6].

Сотрудничество с международными университетами в области агрономии активно развивается в России, что подтверждается последними инициативами и проектами, реализуемыми в аграрном секторе. За последние пять лет количество аграрных вузов, взаимодействующих с международными образовательными учреждениями, возросло, включая 17 вузов, работающих над совместными проектами. Стратегия включала создание учебно-опытных хозяйств, обеспечивающих студентам доступ к практическому опыту, который включает современные цифровые технологии. В Ульяновском аграрном университете, например, реализуются «цифровые отряды», которые способствуют цифровизации аграрного сектора [7]. Подписанные соглашения о сотрудничестве между университетами, такими как Тюменский и китайские вузы, создают новые перспективы в исследованиях в области экологии, агрономии и селекции [8]. Проекты, связанные с цифровизацией агросектора, делают возможным обмен опытом с зарубежными образовательными учреждениями. Одним из примеров является эксперимент с использованием дронов для посева риса в Краснодарском крае. Таким образом, сотрудничество аграрных вузов с международными университетами стало важным инструментом, обогащающим образовательную среду.

**Заключение.** В условиях современного развития технологий и изменения требований к специалистам необходимо внедрение активных методов обучения, которые способствуют более глубокому усвоению материала и формированию практических навыков у студентов.

Современные информационные технологии открывают новые горизонты для обучения, позволяя использовать интерактивные платформы, онлайн-курсы, базы данных и симуляторы, которые делают процесс обучения более увлекательным и доступным.

Совместные исследовательские проекты с международными университетами, программы двойного диплома позволяют студентам получить доступ к передовым знаниям и технологиям, а также расширяют их горизонты, способствуя формированию глобального мышления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лут: в России необходимо приоритизировать аграрное... – URL: <https://specagro.ru/news/202404/s> (дата обращения: 12.03.2025).
2. Современные вызовы аграрного образования и науки... – URL: <https://profagro.ru/presscenter/news/18850/> (дата обращения: 12.03.2025).
3. Сазонов, А. Э. Новые вызовы для аграрного образования / А. Э. Сазонов, К. С. Голохваст // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2023. – № 2 (584). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-vyzovy-dlya-agrarnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 30.03.2025).
4. Бунтова, Е. В. Связь формы представления учебного материала в электронном учебном методическом комплексе с современным типом мышления обучающегося / Е. В. Бунтова // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Кинель, 2023. – С. 336–340.
5. Бунтова, Е. В. Применение информационного интегрирования в создании электронного методического комплекса дисциплины / Е. В. Бунтова // АПК России: образование наука, производство: сб. науч. ст. III Всерос. (нац.) науч.-практ. конф.; под науч. ред. М. К. Садыговой, М. В. Беловой, А. А. Галиуллина. – Пенза, 2022. – С. 251–253.
6. Бунтова, Е. В. Efficiency of the investment projekt. База данных по моделированию финансовых потоков и расчета показателей эффективности научно-технических разработок. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023620517, 08.02.2023. Заявка № 2023620235 от 07.02.2023.
7. Современное аграрное образование: почему нужно сотрудничать... – URL: <https://agrosignal.com/articles/sovremennoe-agrarnoe-obrazovanie-pochemu-agrotekh-kompaniyam-nuzhno-sotrudnichat-s-vuzami/> (дата обращения: 12.03.2025).
8. Тюменский и китайский вузы будут сотрудничать в области... – URL: [https://tumentoday.ru/2024/06/24/tyumenskiy\\_i\\_kitayskiy\\_vuzy\\_budut\\_sotrudnichat\\_v\\_oblast\\_yakh\\_agronomii\\_ekologii\\_i\\_selektcii/](https://tumentoday.ru/2024/06/24/tyumenskiy_i_kitayskiy_vuzy_budut_sotrudnichat_v_oblast_yakh_agronomii_ekologii_i_selektcii/) (дата обращения: 12.03.2025).

УДК 621.321

Денисов И. С., студент

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА СВЕТА ДЛЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

*Научный руководитель – Кирсанов Р. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** источник света, светодиодная лампа, люминесцентная лампа.

**Аннотация:** В работе рассмотрены ключевые аспекты выбора источников света для жилых помещений. Представлены основные характеристики различных типов источников света, включая люминесцентные, светодиодные и традиционные лампы. Показаны их преимущества и недостатки, что позволяет сделать выбор источника света для Вашего дома.

**Keywords:** light source, led lamp, fluorescent lamp.

**Summary.** The paper examines key aspects of choosing light sources for residential premises. The main characteristics of various types of light sources are presented, including fluorescent, LED and traditional lamps. Their advantages and disadvantages are shown, which allows you to choose a light source for your home.

Современные технологии освещения: ваш выбор.

Сегодня освещение играет важную роль не только в обеспечении комфорта и безопасности, но и в создании уютной атмосферы в доме. На рынке представлено множество типов ламп, каждая из которых имеет свои плюсы и минусы [1, 2, 3]. Давайте подробнее рассмотрим основные виды освещения и их особенности.

Лампы накаливания: классика, проверенная временем [3, 5].

Лампы накаливания – это самый распространенный и знакомый многим тип освещения. Они состоят из цоколя и стеклянной колбы с вольфрамовой нитью внутри. Эти лампы обладают хорошими цветовыми характеристиками, просты в использовании и универсальны. Однако у них имеются и недостатки: низкая светоотдача, короткий срок службы и высокий риск возгорания.

Галогенные лампы: яркость без потери качества [2, 3].

Галогенные лампы – это усовершенствованный вариант ламп накаливания, имеющий кварцевую колбу, заполненную инертным газом и галогенами. Они обеспечивают более яркий свет при том же уровне энергопотребления, но имеют свои особенности. Галогенные лампы смещают спектр в синюю область, что может негативно сказаться на интерьере и коже. Кроме того, они излучают УФ-лучи, которые могут быть вредны для здоровья.

Энергосберегающие лампы: экономия и эффективность.

Энергосберегающие или люминесцентные лампы отличаются высокой светоотдачей и длительным сроком службы. Они состоят из колбы, заполненной парами ртути и аргоном, а также пускорегулирующего устройства. Эти лампы экономичны, обеспечивают равномерное освещение и представлены в разнообразной цветовой гамме. Однако у них есть и недостатки: сложность в регулировке яркости, чувствительность к колебаниям напряжения и наличие ртутных паров, что делает их потенциально опасными для экологии.

Светодиодное освещение: будущее уже наступило.

Светодиодные лампы – это последние достижения в области искусственного освещения. Они работают на основе светодиодов, которые отличаются высокой эффективностью и долговечностью. Светодиодные лампы имеют множество преимуществ, включая длительный срок службы, экономичность и возможность создания различных цветовых оттенков. Тем не менее у них также есть свои недостатки, такие как различия в спектре по сравнению с естественным светом и высокие требования к теплоотведению.

Теперь давайте сравним эти лампы по энергоэффективности и другим характеристикам [4] (табл. 1, 2).

Таблица 1. Сравнительные характеристики ламп

Наименование	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Энергосберегающая лампа	Светодиодная (LED) лампа
Нагрев	Сильно	Сильно	Средне	Практически не нагревается
Антивандалность	Очень хрупкая	Хрупкая	Хрупкая	Практически не разбивается
Срок службы (часов)	1000	2000–2500	8000	50000
Световая отдача, Вт/лм	10–16	14–22	40–80	60–100

Таблица 2. Сравнение мощностных характеристик

Люмен	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Энергосберегающая лампа	Светодиодная (LED) лампа
250	25 Вт	18 Вт	6 Вт	4 Вт
450	40 Вт	28 Вт	9 Вт	6 Вт
800	60 Вт	42 Вт	13 Вт	9 Вт
1100	75 Вт	53 Вт	16 Вт	12 Вт
1600	100 Вт	72 Вт	20 Вт	15 Вт

Анализ табл. 1, 2 показывает, что лампа накаливания обладает наименьшей стоимостью и наилучшим индексом цветопередачи, однако уступает по КПД и сроку службы. Люминесцентная лампа демонстрирует более высокие характеристики, но ее экологическая составляющая вызывает опасения из-за содержания ртути и сравнительно низкой эффективности. Светодиодная лампа, обладающая наивысшей эффективностью (до 110 LM/W) и долгим сроком службы, имеет существенный недостаток – высокую цену.

Таблица 3. Рейтинг производителей ламп

Место	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Энергосберегающая лампа	Светодиодная (LED) лампа
1	Philips	OSRAM спот, 64542, R50, CLA, 30 (Белоруссия)	Comtech	FERON (Россия)
2	Электроламповый завод «Калашниково» (Россия)	UNIEL 70 Вт E27 1200 лм 2700К 240 В груша А60	Feron	IEK (Россия)
3	OSRAM (Белоруссия)	Navigator 94238 NH-A55-73-230-E27-CL (Россия)	IEK	Navigator (Россия)
4	General Electric (GE)	Homsly OL-SMD-A60-11W, E27, A60 4.8/258	Navigator	Ecola (Россия)
5	OSRAM (Европа)	Camelion G45 42W E27	Космос	Osram (Белоруссия)
6	ОАО «Свет» (Россия)	Navigator 94202(Россия)	Старт	Gauss (Россия)

На основании сделанных исследований можно отметить, что самыми экономичными, но обладающими особенностями спектра, отличным от солнечного света, являются светодиодные лампы; самыми простыми и дешевыми являются лампы накаливания; самыми вредными являются энергосберегающие лампы, так как содержат ртуть и излу-

чают ультрафиолетовые лучи; самый большой срок работы у энерго-сберегающих и светодиодных ламп.

Рекомендации по выбору ламп.

Выбор типа освещения зависит от ваших потребностей, предпочтений и бюджета. Лампы накаливания подойдут тем, кто ценит традиционные решения и не готов к значительным изменениям. Галогенные лампы станут отличным выбором для тех, кто ищет более яркий свет. Энергосберегающие лампы обеспечат экономию электроэнергии и долгий срок службы, но есть проблемы с утилизацией. А светодиодные лампы станут идеальным решением для тех, кто стремится к инновациям и высокому качеству освещения, несмотря на спектральную неоднородность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг, Ю. Б. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

2. Лампа накаливания галогенная: виды, принцип работы лампочки, характеристики, выбрать для дома. – URL: <https://magnoliaboard.ru/raznoe-2/lampa-nakalivaniya-galogennaaya-vidy-princzip-raboty-lampochki-harakteristiki-vybrat-dlya-doma/> (дата обращения: 24.03.2025).

3. Чем различаются обычные и галогенные лампы автомобиля. – URL: <https://mirvtylok.ru/instrukcija/24/chem-razlichajutsja-obychnye-i-galogennye-lampy/> (дата обращения: 24.03.2025).

4. Проект на тему «Виды ламп и их особенности». – URL: <https://obuchonok.ru/node/11520> (дата обращения: 24.03.2025).

5. Чем галогенные лампы отличаются от ламп накаливания – URL: <https://www.mdm-light.ru/publications/articles/chem-galogennye-lampy-otlichayutsya-ot-lamp-nakalivaniya/> (дата обращения: 24.03.2025).

УДК 623.741:63

**Деев К. П.**, студент 2-го курса

кафедры природообустройства и водопользования

### **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Научный руководитель – **Кривопускова В. Н.**, ст. преподаватель*

*кафедры природообустройства и водопользования*

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,*

*Брянск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** БПЛА, мониторинг, технологии, сельскохозяйственные предприятия.

**Аннотация.** В статье проанализированы перспективы применения БПЛА для решения различных задач в сельском хозяйстве. Отмечен важный аспект применения искусственного интеллекта для обработки данных от БПЛА. Перечислен ряд ключевых технологий и сервисов, направленных на повышение эффективности и устойчивости сельского хозяйства.

**Keywords:** UAVs, monitoring, technologies, agricultural enterprises.

**Summary.** The article analyzes the prospects of using UAVs to solve various tasks in agriculture. An important aspect of the use of artificial intelligence for processing data from UAVs is noted. A number of key technologies and services aimed at improving the efficiency and sustainability of agriculture are listed.

Современное сельское хозяйство переживает стремительную трансформацию, вызванную внедрением передовых технологий. На переднем крае этих изменений находятся беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и различные инновационные платформы, которые кардинально меняют подход к точному земледелию. Погружаясь в эту динамичную сферу, мы видим, как эти технологии не только меняют облик сельского хозяйства, но и открывают путь к более устойчивому и эффективному будущему.

Рынок беспилотных летательных аппаратов демонстрирует экспоненциальный рост, и, по прогнозам, к 2027 г. его объем достигнет впечатляющих 58 млрд долл. Этот рост обусловлен расширением областей применения БПЛА как в коммерческой, так и в оборонной сферах, а также значительными достижениями в области технологий на основе искусственного интеллекта и решений для аэроразведки. В этой статье мы рассмотрим, как БПЛА преобразуют сельское хозяйство.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно применяются в сельском хозяйстве для решения различных задач, что способствует повышению эффективности и устойчивости агропромышленного комплекса. Одним из ключевых направлений является мониторинг урожая. БПЛА, оснащенные мультиспектральными камерами, делают подробные снимки состояния урожая и особенностей его роста. Это позволяет выявлять стресс у сельскохозяйственных культур на ранних стадиях, а также улучшать прогнозирование урожайности.

Еще одно важное применение дронов – анализ почвы. Специализированные датчики, установленные на БПЛА, анализируют состав почвы и уровень ее влажности. Это помогает оптимизировать внесение

удобрений и улучшить управление почвенными ресурсами. Кроме того, беспилотные летательные аппараты используются для управления орошением. Они отслеживают влажность почвы и выявляют нехватку воды для сельскохозяйственных культур, что позволяет принимать обоснованные решения об орошении. Это способствует водосбережению и улучшенной гидратации культур.

БПЛА также играют важную роль в обнаружении вредителей и болезней. Изображения с высоким разрешением, полученные с помощью дронов, помогают выявлять нашествия вредителей и вспышки болезней. Это позволяет вести целенаправленную борьбу с вредителями и сокращать потери урожая.

Кроме того, анализ изображений с БПЛА с использованием искусственного интеллекта обеспечивает точные прогнозы урожайности. Это улучшает планирование сбора урожая и способствует разработке усовершенствованных рыночных стратегий.

Технологии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) активно внедряются в различные направления точного земледелия, и темпы их распространения говорят о растущем понимании их ценности для современных методов ведения сельского хозяйства. Эти технологии становятся неотъемлемой частью процессов мониторинга, анализа и управления ресурсами, что позволяет сельхозпроизводителям повышать эффективность и снижать затраты. Например, в сфере сельскохозяйственных инноваций компания *Farmonaut* занимает лидирующие позиции, предлагая передовые решения для управления фермами на основе спутниковых технологий [4].

*Farmonaut* предлагает ряд ключевых технологий и сервисов, направленных на повышение эффективности и устойчивости сельского хозяйства. Одним из таких решений является спутниковый мониторинг состояния сельскохозяйственных культур. С помощью мультиспектральных спутниковых снимков *Farmonaut* предоставляет фермерам важную информацию о состоянии растительности, включая индекс NDVI, уровень влажности почвы и другие ключевые показатели, что помогает принимать обоснованные решения для улучшения урожайности [1].

В сельскохозяйственном секторе рост использования технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) проявляется в нескольких ключевых аспектах. Во-первых, повышается доступность этой технологии. По мере того как БПЛА становятся более доступными и удобными в использовании, все больше фермеров получают возмож-

ность внедрять эти инструменты в свою повседневную деятельность. Это способствует демократизации технологий и позволяет даже небольшим фермерским хозяйствам использовать передовые методы мониторинга и управления.

Во-вторых, значительную роль играют технологические достижения. Постоянные инновации в области БПЛА, такие как увеличение срока службы батареи, усовершенствованные датчики и более сложные алгоритмы искусственного интеллекта, продолжают расширять возможности дронов в сельском хозяйстве. Эти улучшения делают БПЛА более эффективными и универсальными, позволяя им выполнять более сложные задачи, такие как точное внесение удобрений, мониторинг состояния урожая и анализ почвы.

Наконец, важным фактором является нормативно-правовая поддержка [2]. Это ожидание сопровождается разработкой более благоприятных правил и рекомендаций для применения БПЛА в сельском хозяйстве. Изменения в законодательстве способствуют более широкому внедрению технологий и создают благоприятную среду для инноваций в агропромышленном секторе.

Еще одним важным аспектом является улучшение алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Обучая свои модели ИИ на данных, полученных как со спутников, так и с БПЛА, производители могут разрабатывать более точные и надежные алгоритмы. Эти алгоритмы могут использоваться для оценки состояния урожая, прогнозирования урожайности и своевременного обнаружения вредителей или заболеваний, что значительно повышает эффективность сельскохозяйственных операций. Это особенно полезно для сельхозпроизводителей, которым необходимы оперативные данные о состоянии конкретных участков полей, что помогает быстро реагировать на возникающие проблемы.

Одним из главных преимуществ является повышение эффективности. Благодаря более точным и своевременным данным, которые предоставляют БПЛА, сельхозпроизводители могут принимать более обоснованные решения. Это позволяет оптимизировать использование ресурсов, таких как вода, удобрения и пестициды, что в конечном счете повышает общую эффективность сельхозпредприятия. Кроме того, точное земледелие способствует внедрению более экологических методов ведения сельского хозяйства. Снижение использования химикатов и более рациональное управление ресурсами помогают уменьшить воздействие сельского хозяйства на окружающую среду.

Однако, несмотря на многообещающие перспективы, существуют и вызовы, которые необходимо преодолеть. Обработка и анализ огромных объемов информации, получаемой с помощью БПЛА и спутниковых снимков, требуют мощных вычислительных ресурсов и специализированных навыков.

Кроме того, важно учитывать необходимость обучения и внедрения новых технологий в высших учебных заведениях.

Тем не менее будущее открывает и множество возможностей. Одной из них является интеграция технологий БПЛА с Интернетом вещей (IoT) [3]. Сочетание данных с дронов и наземных датчиков IoT может обеспечить еще более полный мониторинг состояния хозяйств. Достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения также открывают новые горизонты. Более сложные алгоритмы могут интерпретировать данные с БПЛА и спутников, предоставляя еще более точные прогнозы и рекомендации.

Точное внесение удобрений – еще одна область, которая повышает эффективность использования удобрений и снижает их расход, что способствует более экологичному ведению сельского хозяйства.

Кроме того, БПЛА могут быть использованы для создания подробных 3D-карт сельскохозяйственных угодий. Такие карты помогают хозяйствам лучше анализировать рельеф местности и управлять водными ресурсами. Например, 3D-картографирование может помочь в планировании систем орошения или предотвращении эрозии почвы, что особенно важно для устойчивого управления сельскохозяйственными угодьями.

Таким образом, объединение технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с различными инновационными платформами – новое актуальное направление в точном земледелии. Эта революция открывает перспективы для повышения эффективности, устойчивости и продуктивности сельского хозяйства. Благодаря таким технологиям сельхозпроизводители получают возможность более рационально использовать ресурсы, минимизировать воздействие на окружающую среду и решать актуальные проблемы продовольственной безопасности. Все это делает сельское хозяйство не только более прибыльным, но и экологически ответственным.

Основные выводы статьи подчеркивают ключевые аспекты развития технологий в сельском хозяйстве. Во-первых, мы наблюдаем быстрый рост рынка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и их расширяющееся применение в сельском хозяйстве. БПЛА становятся

все более доступными и эффективными инструментами для мониторинга урожая, анализа почвы и управления ресурсами, что делает их важным элементом современного агропромышленного комплекса.

В то же время внедрение точного земледелия с использованием БПЛА связано как с возможностями, так и с вызовами. Среди проблем можно выделить необходимость соблюдения нормативных требований, управление большими объемами данных, обучение специалистов и первоначальные затраты на внедрение технологий. Подводя итог, можем сказать, что существуют значительные возможности для развития сельского хозяйства, такие как интеграция с Интернетом вещей (IoT), достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения, а также создание индивидуальных решений для хозяйств разных типов и размеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буховец, А. Г. Прогностические возможности модели динамики вегетационного индекса NDVI зерновых культур / А. Г. Буховец, Е. А. Семин // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2021, Москва, 17–20 июня 2024 г.
2. О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 56-ФЗ. – URL: [https://www.garant.ru/products/ ipo/prime/doc/403594388/](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403594388/) (дата обращения: 01.04.2025)
3. Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Farmonaut. – URL: <https://farmonaut.com/> (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 004.94

**Денисова В. С., Денисов И. С.,** обучающиеся 1-го курса бакалавриата  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОВ ГИДРОДИНАМИКИ  
В MS EXCEL НА ПРИМЕРЕ ЗАКОНА БЕРНУЛЛИ**

*Научный руководитель – Миронов Д. В., канд. физ.-мат. наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Физика, математика и информационные  
технологии»*

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация

**Ключевые слова:** модель, закон Бернулли, MS Excel.

**Аннотация.** В работе представлено решение задачи моделирования законов гидродинамики на примере закона Бернулли средствами MS Excel. Разработанная модель позволяет осуществлять численное моделирование закона Бернулли. Рекомендована к применению при проведении лабораторного практикума.

**Keywords:** model, Bernoulli's law, MS Excel.

**Summary.** The paper presents a solution to the problem of modeling the laws of hydrodynamics using the example of Bernoulli's law by means of MS Excel. The developed model allows numerical modeling of Bernoulli's law. It is recommended for use during laboratory practice.

Для любой естественной науки неотъемлемой ее частью является эксперимент. Одной из форм научного эксперимента является лабораторная работа. В процессе ее выполнения формируются навыки научного эксперимента, связанные с производением различных измерений с помощью различных приборов, расчетами и обработкой результатов эксперимента. К сожалению, не везде и не всегда в вузе есть возможность иметь хорошо оснащенную современную лабораторию. В этом случае огромную помощь могут оказать современные информационные технологии, в частности, интерактивные лаборатории и модельные лабораторные работы.

В чем же преимущество компьютерного моделирования по сравнению с натурным экспериментом? Прежде всего, компьютерное моделирование позволяет получать наглядные динамические иллюстрации различных экспериментов и явлений, воспроизводить их тонкие детали, которые часто ускользают при наблюдении реальных явлений и экспериментов. При использовании моделей компьютер предоставляет уникальную возможность визуализации не реального явления природы, а его упрощенной модели. При этом можно поэтапно включать в рассмотрение дополнительные факторы, которые постепенно усложняют модель и приближают ее к реальному явлению. Кроме того, компьютерное моделирование позволяет варьировать временной масштаб событий, а также моделировать ситуации, нереализуемые в реальных экспериментах. Некоторые модели позволяют одновременно с ходом экспериментов наблюдать построение соответствующих графических зависимостей, что повышает их наглядность [1]. Разумеется, компьютерная лаборатория не может заменить настоящую лабораторию. Тем не менее выполнение компьютерных лабораторных работ требует определенных навыков, характерных и для реального эксперимента – выбор начальных условий, установка параметров опыта и т. д.

Для создания компьютерной модели используются различные технические и программные средства, но, как показывает опыт [2], простейшие, но вполне работоспособные модели и тренажеры, которые

можно создавать используя стандартные средства пакета электронных таблиц MS Excel.

В настоящей работе представлена реализация численного эксперимента лабораторной работы. Рассмотрено моделирование задачи исследования одного из законов гидродинамики, а именно закона Бернулли. Данная лабораторная работа является одной из многих классических задач лабораторного практикума во многих технических вузах. Непосредственное выполнение работы подразумевает выполнение ряда измерений (в зависимости от поставленной задачи), проведение математических вычислений с занесением их в таблицу и получение конечного ответа.

Именно на этом этапе вычислений и реализуется автоматизация процесса вычислений с использованием численного эксперимента в табличном процессоре MS Excel [3]. Для этой цели разрабатывается и формализуется математическая модель лабораторной работы. Суть модели основана на следующей схеме. Есть численные данные эксперимента, которые заносятся в таблицу вычислений. Есть математические формулы, описывающие процессы, по которым MS Excel позволяет вести автоматические вычисления в ячейках таблицы, причем результаты вычислений должны формироваться на экране только в последний момент (исключение промежуточных вычислений). При этом в таблицу нельзя внести изменения, кроме измеряемых данных.

Исходя из этих начальных условий был реализован механизм формализации задачи для MS Excel, который задействует следующее:

1. С помощью макроса в рабочей книге MS Excel принудительно выключается стандартно установленный режим «Автоматических вычислений». Этим же макросом команда «Вычислить» для проведения ручных вычислений переводится на сформированную кнопку «Вычислить результаты».

2. С помощью команд табличного процессора устанавливается защита рабочего листа от изменений, вносимых в ячейки. Исключение делается только для диапазона, предназначенного для ввода измерений данных. Защита ячеек блокируется паролем.

Внешний вид экрана MS Excel при работе с данным лабораторным калькулятором представлен на рис. 1.

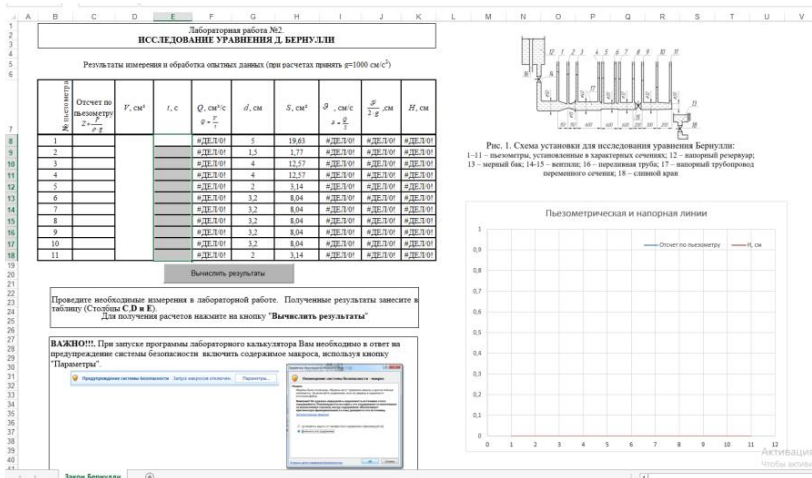


Рис. 1. Общий вид лабораторного калькулятора «Закон Бернулли»

Выполнив соответствующие измерения и заполнив таблицу вычислений, используя только разрешенные для редактирования ячейки, нажимаем на кнопку «**Вычислить**» и получаем на экране все вычисленные значения, включая построение графиков зависимостей исследуемых величин (рис. 2).

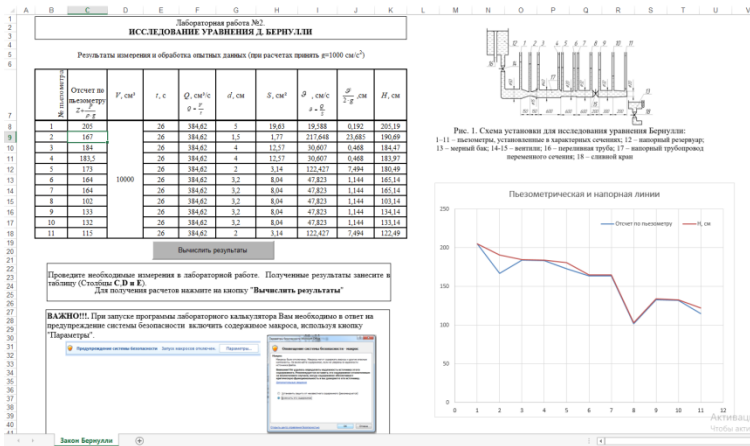


Рис. 2. Результаты работы калькулятора

Следует отметить, что для корректной работы калькулятора при его запуске требуется настройка параметров безопасности MS Excel. После нажатия кнопки «Параметры» следует выбрать позицию «Включить это содержимое». В противном случае работа калькулятора невозможна.

Данный калькулятор оказывается очень полезен преподавателю при проведении оценок лабораторных работ, выполняемых в учебной группе бригадным методом, когда каждая бригада выполняет свою лабораторную работу. Калькулятор позволяет преподавателю быстро проверить правильность вычислений для каждой бригады. Кроме того, анализ результатов вычислений калькулятора в вычисляемой части таблицы позволяет определить ошибочные измерения («ляпы» или грубые ошибки при измерении) и указать, какие именно измерения следует провести заново. Еще одной особенностью данной модели является возможность моделирования различных ситуаций на лабораторном стенде.

Таким образом, представленный в данной работе численный эксперимент на основе лабораторного калькулятора позволяет сделать вывод об эффективности пакета MS Excel для организации и проведения моделирования различных процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов, Д. В. Особенности моделирование физических процессов в MS Excel / Д. В. Миронов, О. А. Миронова // Инновации в системе высшего образования: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. – С. 136–140.
2. Миронов, Д. В. Моделирование физических экспериментов в MS Excel / Д. В. Миронов, О. А. Миронова // Инновации в системе высшего образования: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. – С. 138–142.
3. Карпова, М. В. Информатика / М. В. Карпова, И. А. Куликова. – Кинель: РИО Самар. гос. с.-х. акад., 2018. – 140 с.

УДК 004

Денисова В. С., Денисов И. С., обучающиеся 1-го курса бакалавриата

**ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА УЧАСТНИКОВ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
В СУБД MS ACCESS**

*Научный руководитель – Миронов Д. В., канд. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой «Физика, математика и информационные технологии»*

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация

**Ключевые слова:** участник конференции, база данных, MS ACCESS.

**Аннотация.** В работе представлено ядро базы данных, созданной для автоматизации учета участников научно-практической конференции. Разработанная база данных позволят существенно упростить процедуры сбора, хранения и представления данных об участниках конференции и автоматизировать процедуру подготовки многих документов (сертификатов, дипломов, различных писем и программы конференции).

**Keywords:** conference participant, database, MS ACCESS.

**Abstract.** The paper presents the core of a database created to automate the accounting of participants in a scientific and practical conference. The developed database makes it possible to significantly simplify the procedures for collecting, storing and presenting data on conference participants and automate the preparation of many documents (certificates, diplomas, various letters and the conference program).

Современное образование требует широкого внедрения в образовательный процесс альтернативных форм и способов ведения образовательной деятельности. Одной из таких форм является научно-исследовательская деятельность обучающихся. В свою очередь научно-исследовательская работа обучающихся предполагает их обязательное участие в научных организационно-массовых и конкурсных мероприятиях различного уровня. Во всех случаях организаторы этих научных форумов сталкиваются с необходимостью вести кропотливую работу по сбору, учету, анализу и обработке разнообразных данных об участниках. Поэтому выбор или создание информационных систем по учету данных является весьма актуальным вопросом для организато-

ров научных конференций. Для решения целого комплекса организационных задач могут быть использованы различные традиционные методы, связанные, как правило, с отдельным подходом к процедурам хранения и обработки данных об участниках конференции и подготовкой программы конференции и пакета сопроводительных документов (таких как сертификаты участникам, благодарственные письма, дипломы победителей). В этом случае организаторы неизбежно сталкиваются с необходимостью ручной обработки всех данных, которые аккумулируются в одном источнике (либо документе, либо таблице).

Проведенный анализ сложившейся ситуации позволяет говорить о том, что существует более эффективное решение задачи по сбору, хранению и обработке данных участников научных мероприятий и автоматизации необходимых работ на основе базы данных [1], созданной средствами системы управления базами данных (СУБД) MS ACCESS.

Ядро базы данных предусматривает основные возможности по учету данных участников конференции, автоматизацию подготовки наградных документов, а также дополнительные возможности по автоматизации работы по созданию программы научного мероприятия.

**Целью работы** является создание ядра базы данных для автоматизированной информационной системы поддержки проведения научно-практической конференции на основе СУБД MS Access. Для достижения цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

- оценка и анализ решаемых вопросов при учете данных участников конференции;
- анализ возможных инструментов для автоматизации процесса учета;
- построение информационной модели «участника» для СУБД MS Access;
- анализ и реализация процедур обработки данных:
  - построение форм, запросов, и отчетов;
  - разработка графических элементов для отчетов (бланков);
  - настройка форм, запросов, и отчетов;
- заполнение базы данных;
- отладка функционала базы данных.

На следующем этапе был определен круг подзадач, которые необходимо было решать в рамках созданной базы данных по обработке сведений об участниках конференции. Исходя из специфики конференции и требований оргкомитета необходимо было решить следующие подзадачи:

- создавать и хранить все данные участника конференции;
- иметь возможность удобного редактирования записей;
- проводить анализ данных участников конференции;
- автоматизировать подготовку и печать:
  - сертификата участника конференции (каждому);
  - благодарственного письма научному руководителю;
  - диплома победителя (по каждой секции);
  - программы конференции (с разбивкой на секции).

При создании модели были учтены не только те данные, которые участники представляли организаторам через заявку на участие в конференции, но и ряд вспомогательных и дополнительных полей, заполнение которых осуществляется исключительно организаторами конференции.

*Обязательные сведения:*

- ФИО участника с указанием страны, которую он представляет;
- название работы;
- ФИО, должность и ученое звание научного руководителя;
- секция конференции;
- форма доклада;
- учебное заведение и статус (уровень) участника;
- учебное заведение научного руководителя;
- участие в конкурсе на лучшую научную работу (да/нет);
- контактные данные.

*Дополнительные данные* (заполняются организатором конференции):

- получение материалов для сборника;
- получение материалов для конкурса (да/нет);
- фиксация в отprawке материалов участнику (сертификат, письмо);
- достижение участника конкурса (дипломант 1, 2, 3 степени);
- рекомендация к печати.

Исходя и специфики решаемых подзадач, было принято решение о формировании на начальном этапе однотабличной базы данных. Реализацию процедур обработки данных осуществлять при этом через запросы, отчеты, а также за счет стандартных средств СУБД MS Access.

На рис. 1 представлена таблица «Участники конференции» в режиме конструктора, где представлены введенные поля, определены для них типы данных, комментарии о назначении полей. Приведенный список полей исходной таблицы может быть легко изменен добавлением/удалением отдельных полей.

Участники конференции		Свойства поля	
Имя поля	Тип данных	Описание (необязательно)	
год	Числовой	Год проведения конференции	
id	Числовой	Уникальный номер участника	
ФИО участника	Короткий текст	Участвовал(а) полностью	
Страна	Короткий текст	Страна, которую представляет участник	
Организация Уч	Короткий текст	Полное название учебного заведения, которое представляет участник	
Статус_Уч	Короткий текст	Класс, курс, магистрант или аспирант	
Тема доклада	Короткий текст	Тема заявленной работы	
Секция	Короткий текст	Название секции конференции	
Вид	Короткий текст	Форма участия в конференции (вид доклада)	
Участие в конкурсе	Логический	Участие в конкурсе на лучшую научную работу (да/нет)	
Материалы получены	Короткий текст	Финансирование получения материалов для конкурса на лучшую научную работу (да/нет)	
Награды	Короткий текст	Степень полученного диплома победителя (1,2,3 степень)	
Сборник	Короткий текст	Финансирование получения материалов для сборника (да/нет)	
Рек_Печ	Короткий текст	Рекомендация к печати (да/нет)	
Уч_3в_НР	Короткий текст	Ученое звание и ученая степень научного руководителя	
Научный Руководитель	Короткий текст	ФИО научного руководителя (полностью)	
Ф_НР	Короткий текст	Фамилия научного руководителя (для бланков и программы)	
И_НР	Короткий текст	Инициалы научного руководителя (для бланков и программы)	
Организация НР	Короткий текст	Полное название учебного заведения, которое представляет научного руководителя	
Контакт	Короткий текст	Адрес, телефон или e-mail для связи	
Сертификат	Короткий текст	Финансирование выдачи сертификата участника	
БЛПисамос	Короткий текст	Финансирование выдачи благодарственного письма научному руководителю	

Общие	Подстановки
Размер поля	Длина с плавающей точкой
Формат поля	Словный
Число десятичных знаков	Число
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Равное проверке	
Скрытие об ошибке	Нет
Обязательное поле	Нет
Выравнивание полей	Нет
Выравнивание текста	Общее

Тип данных определяет значения, которые можно вводить в этом поле. Для получения справки по типам данных нажмите клавишу F1.

Рис. 1. Таблица «Участники конференции» в режиме конструктора

Ввод и просмотр данных в основную таблицу может осуществляться через форму «Участники конференции» (рис. 2). В этом режиме обеспечены базовые возможности по созданию, редактированию и удалению любых сведений в таблице, а также записи в целом. Могут быть применены параметры сортировки, фильтрации (отбора) и группировки данных в таблице по любому полю.

Участники конференции

год:	2020	Рек_Печ:	да
id:	1	Уч_3в_НР:	канд. техн. Наук
ФИО участника:	Иванов Иван Иванович	Научный Руководитель:	Мишанин Александр Леонидович
Страна:	Россия	Ф_НР:	Мишанин
Организация Уч:	ГБОУ СОШ №2 с углубленным изучением отдельных предметов п.п.т.	И_НР:	А.Л.
Статус_Уч:	10 класс	Организация НР:	ФГБОУ ВО Самарский ГАУ
Тема доклада:	Использование современных источников света в растениеводстве и	Контакт:	
Секция:	Механизация животноводства	Сертификат:	Да
Вид:	Устный (Off-line)	БЛПисамос:	Да
Материалы получены:	Да	Участие в конкурсе:	<input checked="" type="checkbox"/>
Награды:	1 степень		
Сборник:	да		

Записи: 1 из 4 | Нет фильтров | Поиск

Рис. 2. Форма «Участники конференции» в режиме таблицы

Основные операции по обработке данных возложены на запросы. В данной версии базы данных были реализованы следующие базовые запросы. Запрос на выборку с группировкой «**Научные Руководители**» позволит отобрать записи в базе по критерию, что работа выполнялась под конкретным научным руководителем (используется как источник данных для отчета благодарственного письма руководителю). Запрос на выборку «**Участники конференции**» позволит отобрать записи в базе по каждому автору (соавторам), используется как источник данных для отчета о сертификате участника. Настраиваемые запросы на выборку «**Победитель 1 степени**», «**Победитель 2 степени**», «**Победитель 3 степени**» позволят отобрать записи в базе по победителям конкурса на лучшую научную работу соответствующих степеней (используются как источник данных для соответствующих отчетов).

Отчеты базы данных реализуются на основе соответствующих запросов и позволяют формировать для вывода на печать или в pdf файл следующих наградных документов: сертификата каждому участнику конференции, благодарственные письма научным руководителям и дипломы 1, 2 и 3 степеней (рис. 3).



Рис. 3. Образцы наградных документов (бланки)

Наряду с готовыми бланками база данных позволяет подготовить соответствующие наградные документы в формате для использования при печати на бланках образовательного учреждения с последующим ручным подписыванием и проставлением печати вручную. Не совсем удобная, с точки зрения ручной работы, возможность, но она реализована по требованию организаторов.

Еще один отчет базы «**Программа конференции**» позволяет автоматизировать трудоемкий процесс составления программы конференции. Осуществляется отбор записей из основной таблицы с группировкой по секциям/подсекциям конференции с выборкой данных для программы (ФИО докладчика(ов), название работы, ФИО и регалии научного руководителя с указанием образовательного учреждения и страны). В результате работы формируется черновой вариант программы научной конференции (рис. 4), который может быть при необходимости передан в любой текстовый редактор, где можно осуществить более изысканную доработку программы ненаучного мероприятия.

Программа конференции		
Программа конференции		
Секция: Механизация животноводства		
Петров Иван Петирович		
Россия		
<i>Научный руководитель:</i>		
Петров Петр петрович	ФГБОУ ВО Самарский ГАУ	И-3-2
Россия		
<b>История развития механизации сельского хозяйства в России</b>		
<i>Научный руководитель:</i>		
	<i>к.ф.-м.н., доцент</i>	<i>Миронов Д.В.</i>
Иванов Иван Иванович	ГБОУ СОШ №2 с углубленным изучением отдельных	10 класс
Россия		
<b>Использование современных источников света в растениеводстве и животноводстве</b>		
<i>Научный руководитель:</i>		
	<i>канд. техн. Наук</i>	<i>Мишанин А.Л.</i>
Секция: Сельскохозяйственные		
Сидоров Иван Андреевич	ФГБОУ ВО Самарский ГАУ	И-3-1
Россия		
<b>Эффективность внедрения роботизированных систем в растениеводстве</b>		
<i>Научный руководитель:</i>		
	<i>, док. техн. наук, профессор</i>	<i>Киров Ю.А.</i>
Актуальные вопросы естественных наук и пути их решения (АВЕН)		

Рис. 4. Отчет «Программа конференции»

Стандартные средства СУБД MS Access, реализованные в настоящей базе данных, позволяют полностью автоматизировать подготовку и печать различных документов (сертификатов участников, благодарственных писем научным руководителям, дипломов победителей, программы конференции и т. д.). Основным преимуществом базы данных является ее целостность и простота обслуживания, возможность модификации как любых ее объектов под заданные требования без потери целостности, так и всей базы в целом. В целом же представленная база данных может с успехом применяться для учета, анализа и обработки данных участников научно-практической конференции любого профиля и послужить основой для построения ИС полноценной поддержки проведения научно-практических конференций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов, Д. В. База данных как основа цифровых платформ поддержки научных мероприятий / Д. В. Миронов, О. А. Миронова // *Инновации в системе высшего образования: сб. науч. тр.* – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. – С. 140–145.
2. Миронов, Д. В. Система управления базами данных Access / Д. В. Миронов, И. А. Куликова. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2013. – 84 с.
3. Карпова, М. В. Информатика / М. В. Карпова, И. А. Куликова. – Кинель: РИО Самар. гос. с.-х. акад., 2018. – 140 с.

УДК 004.9

**Ермаков С. А.**, студент 4-го курса

Института энергетики и природопользования

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Научный руководитель – Васькин А. Н., ст. преподаватель кафедры автоматизики, физики и математики*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,

Брянск, Российская Федерация

**Ключевые слова:** энергия, информация, технологии, энергетика, надежность.

**Аннотация.** Применение компьютерных технологий в системе АСДУ позволило решить целый комплекс задач. Автоматизированная система позволяет вести комплексный учет оборудования через настраиваемые группы и формировать разнообразные отчетные документы. Программное обеспечение поддерживает диагностику отдельных модулей системы, мгновенное отображение актуальных данных и своевременную обработку аварийных сигналов. Многоуровневая си-

стема авторизации обеспечивает защищенный доступ к информации и настройкам на основе индивидуальных привилегий пользователей.

**Key words:** energy, information, technology, energy, reliability.

**Summary.** The use of computer technology in the automated control system made it possible to solve a whole range of problems. The automated system allows you to maintain comprehensive equipment records through customizable groups and generate a variety of reporting documents. The software supports diagnostics of individual system modules, instant display of current data and timely processing of alarms. A multi-level authorization system provides secure access to information and settings based on individual user privileges.

Энергетический комплекс выступает ключевым звеном экономической системы, определяя уровень энергообеспечения населения и промышленности. Надежное функционирование электроэнергетической отрасли создает фундамент для благополучия граждан и развития государства в целом.

Бесперебойное снабжение электричеством требует налаженного взаимодействия всех участников энергетического рынка при четком распределении обязанностей и полномочий. Каждый субъект выполняет строго регламентированные функции в рамках единой энергосистемы.

Формирование современного энергетического рынка требует опережающего внедрения передовых технических решений и программного обеспечения. Растущие информационные потребности участников рынка диктуют необходимость комплексной модернизации диспетчерских систем на основе инновационных разработок.

*1. Внедрение информационных технологий в энергетику страны.*

Масштабное реформирование энергетического сектора России затрагивает как оптовый, так и розничный сегменты электроэнергетического рынка. Ключевым направлением преобразований становится структурная реорганизация отрасли с разграничением генерирующих мощностей, передающих сетей и сбытовых организаций. Формирование рыночной инфраструктуры предполагает создание комплексной системы управления, включающей операторов энергосистем, торговых администраторов и многоуровневые сетевые компании федерального и регионального масштаба [1].

Автоматизированная система позволяет вести комплексный учет оборудования через настраиваемые группы и формировать разнооб-

разные отчетные документы. Мониторинг работоспособности установленного оборудования включает анализ сбоев, контроль наработки и выявление несанкционированных вмешательств.

Программное обеспечение поддерживает диагностику отдельных модулей системы, мгновенное отображение актуальных данных и своевременную обработку аварийных сигналов. Многоуровневая система авторизации обеспечивает защищенный доступ к информации и настройкам на основе индивидуальных привилегий пользователей.

Сервер автоматически регистрирует каждую модификацию системных параметров с указанием времени и ответственного сотрудника. Архитектура системы гарантирует возможность восстановления предшествующих настроек при полном сохранении накопленных данных и архивной информации [2].

В случае сбоев система мониторинга незамедлительно направляет диспетчерскому персоналу детализированные уведомления, содержащие хронологию, локацию и характер выявленных отклонений в работе оборудования. Процедура автоматической диагностики на объектах мониторинга охватывает функциональное состояние всех компонентов контроллера и каналов передачи данных. Выявленные неполадки автоматически фиксируются в системном журнале с присвоением соответствующих кодов неисправностей.

Внедрение автоматической системы регулирования частоты и мощности на базе современных вычислительных комплексов открыло принципиально новые возможности управления энергосистемами. Компьютеризированные алгоритмы обеспечивают высокую точность и быстрдействие при контроле режимных параметров, минимизируя вероятность ошибок оперативного персонала. Уникальность разработанного решения заключается в способности оптимально распределять электрическую нагрузку между энергоблоками станции с учетом множества технологических факторов – эксплуатационного ресурса, экономичности, зон устойчивой работы и предельных характеристик оборудования. Реализация подобных технических мероприятий существенно продлевает срок службы генерирующих установок за счет равномерного распределения износа дорогостоящих элементов станционных систем.

## *2. Роль информационных технологий в отраслях экономики.*

Стратегическое значение информационных технологий максимально проявляется в энергетическом секторе экономики. Масштабное производство электроэнергии требует внедрения современных автома-

тизированных систем управления технологическими процессами. Специалисты энергетической отрасли указывают на существенные затруднения в функционировании электроэнергетических комплексов, снижающие результативность их работы. Физический износ генерирующих мощностей создает высокие риски технологических сбоев и аварийных ситуаций на объектах энергетической инфраструктуры [3].

Глобальные перебои рабочего напряжения в электросетях вызывают серьезную обеспокоенность специалистов энергетической отрасли. Современная электроэнергетика требует стабильного функционирования всех компонентов системы при строгом соблюдении нормативных показателей. Многолетние исследования подтверждают необходимость комплексной модернизации сетевой инфраструктуры с применением передовых разработок автоматизации. Внедрение инновационных технологий позволит обеспечить надежное электроснабжение потребителей и предотвратить аварийные ситуации.

Модернизация электрогенерирующей отрасли требует внедрения передовых информационных технологий и разработки инновационных решений. Замена устаревшего оборудования современными аналогами существенно повышает надежность энергосистем, обеспечивает значительную экономию топливных ресурсов и снижает эксплуатационные затраты. Комплексная автоматизация производственных процессов способствует росту эффективности генерации электроэнергии при одновременном снижении негативного воздействия на экологию.

Надежность и отказоустойчивость серверной инфраструктуры занимают первостепенное место в электроэнергетической отрасли, существенно превосходя по значимости показатели скорости вычислительных операций. Отраслевая специфика энергетического сектора предъявляет повышенные требования к стабильности работы технологического оборудования, включая коммуникационные системы.

Непрерывное функционирование энергетического комплекса требует постоянного мониторинга технического состояния оборудования, эффективной организации поставок топлива и контроля выработки энергии. Современные технологические решения на базе компактных серверных систем и надежных хранилищ информации обеспечивают многоуровневое резервирование критически важных компонентов центров обработки данных.

Электрогенерирующие предприятия сосредотачивают ключевые усилия на автоматизации производственных циклов и мониторинге технологического оснащения. Внедрение инновационных решений

значительно увеличивает производительность энергетических объектов, гарантируя надежность эксплуатации оборудования и наращивание генерирующего потенциала станций. Современные методы управления технологическими процессами позволяют электростанциям существенно оптимизировать рабочие показатели при поддержании высокого уровня безопасности.

Современные интеллектуальные сети энергоснабжения представляют собой комплексное решение для оптимизации распределения электроэнергии. Автоматизированные системы управления способствуют минимизации потерь при передаче энергии и рациональному использованию производственных мощностей. Внедрение умных технологий в энергетическую инфраструктуру обеспечивает гибкий выбор источников питания и своевременную диагностику неисправностей. Модернизированные сети значительно повышают надежность электроснабжения потребителей при одновременном снижении выбросов углекислого газа в атмосферу. Автоматизация процессов мониторинга и контроля позволяет оперативно реагировать на любые отклонения в работе системы.

**Заключение.** Внедрение цифровых решений в энергетический сектор России обусловлено стремлением максимизировать эффективность эксплуатируемого оборудования. Автоматизированные системы расчетов позволяют энергораспределительным организациям осуществлять комплексный контроль поставок тепла и других ресурсов. Масштабное развертывание информационной инфраструктуры основывается на создании комплексных систем управления производством. Современные базы данных обеспечивают сбор и обработку технологической информации в режиме реального времени. Математическое моделирование энергетических объектов способствует решению задач мониторинга и оптимизации работы оборудования.

Высокотехнологичное реформирование энергетического сектора России выступает ключевым драйвером развития информационных технологий в отрасли. Модернизация энергетического комплекса через внедрение передовых цифровых решений определяет вектор технологической трансформации российской экономики.

Внедрение современных информационных технологий в энергетическую отрасль способствует комплексной автоматизации производственных процессов, существенно повышая операционную эффективность и оптимизируя ресурсозатраты всей системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зорина, А. Д. Информационные технологии в энергетике / А. Д. Зорина // Сб. ст. по материалам VII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 282–284.
2. Информационные технологии в энергетике. – URL: <https://scienceforum.ru> (дата обращения: 01.04.2025).
3. IT-технологии в электроэнергетике – URL: <https://www.karma-group.ru/energy>. – (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 004:378.147

**Моисеев В. А.**, магистрант

Института энергетики и природопользования

### **РОЛЬ ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ ВУЗОВ**

*Научный руководитель – Ульянова Н. Д., канд. экон. наук, доцент  
кафедры информатики, информационных систем и технологий  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
Брянск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** образование, информационный ресурс, электронная библиотека, электронно-библиотечная система.

**Аннотация.** В настоящее время наблюдается активное применение информационных технологий в образовательной деятельности. В статье рассматриваются особенности инновационной деятельности преподавателей аграрного вуза в контексте использования интерактивных электронно-библиотечных образовательных технологий.

**Keywords:** education, information resource, electronic library, electronic library system.

**Summary.** Currently, there is an active use of information technology in educational activities. The article examines the features of innovative activity of agricultural university teachers in the context of the use of interactive electronic library educational technologies.

Информационные ресурсы являются необходимым условием эффективной деятельности во всех сферах жизни общества. Количество и качество информационных ресурсов, степень их использования становятся определяющими факторами уровня развития страны и ее статуса в мировом сообществе. Россия в настоящее время располагает достаточно большими информационными ресурсами и по составу, и в количественном отношении. Каждый человек должен уметь ориентироваться в этой информационной среде.

Основу информационных ресурсов в области научной и технической информации составляют печатные издания и документы. Все больше растет количество первоисточников в электронной форме. Одной из составляющих информационных ресурсов являются библиотечные ресурсы, к которым относятся справочно-библиографические элементы и фонды библиотек. Библиотечные ресурсы РФ – свыше 150 тыс. библиотек, из которых более 2,5 тыс. научных и публичных библиотек имеют автоматизированные ИТ и БД [1]. В Библиотечной сети РФ хранится главным образом опубликованная и тиражируемая информация, предоставленная в виде различных отечественных и зарубежных изданий. Эти ресурсы обеспечивают максимальную ретроспективу и охватывают все направления, темы и отрасли знаний. Библиотеки обеспечивают доступность этой информации для массового пользователя.

Использование библиотечных ресурсов в вузах рассматривается в двух аспектах: библиографический поиск на основе традиционных источников информации и на основе электронных источников информации. Эти два вида поиска, несмотря на сходство, имеют и существенные различия, их целесообразно рассматривать отдельно и последовательно, хотя в реальной практике они переплетаются и дополняют друг друга.

По оценкам экспертов, в 2025 г. глобальные расходы на цифровизацию образования в РФ должны вырасти до 5 % [2]. Соответственно, можно выделить несколько возможностей использования информационных технологий для поиска литературы:

- 1) в электронном каталоге реальной библиотеки вуза, а также заказ литературы через внутреннюю сеть библиотек;
- 2) в сети Интернет с применением браузеров (Яндекс Браузер и др.), различных поисковых машин (Yandex.ru, Rambler.ru, Mail.ru, Aport.ru, Google.ru, Metabot.ru и т. д.), через системы поиска книг в электронных библиотечных системах.

В первом случае основой является Электронная библиотека (ЭБ), представляющая собой информационную систему, предназначенную для организации и хранения упорядоченного фонда электронных объектов и обеспечения доступа к ним с помощью единых средств навигации и поиска [3]. В такой библиотеке полнотекстовые и мультимедийные документы хранятся и могут использоваться в электронной форме, причем программными средствами обеспечивается единый интерфейс доступа из одной точки к электронным документам, содержащим тексты и изображения.

Обычно ЭБ выступает как средство автоматизации работы обычных библиотек, основанное, как правило, на технологиях MARC. MARC является форматом машиночитаемой каталогизационной записи. Это структура данных в записи, разработанная для библиографической информации, содержащейся в библиотечных каталогах и предназначенная для компьютерной обработки.

В ФГБОУ ВО Брянский ГАУ используется российская автоматизированная информационно-библиотечная система MARC. Данная система обеспечивает средства простого и быстрого доступа к электронным библиотечным ресурсам университета.

Кроме этого, в российских вузах широко используются электронно-библиотечные системы. Электронная библиотечная система (ЭБС, цифровая библиотека, Digital library) – это автоматизированная ИС, базы данных которой содержат организованную коллекцию электронных документов, включающую электронные издания, используемые для информационного обеспечения образовательного и научно-исследовательского процесса в образовательных организациях, обеспечивающая возможность доступа к электронным документам через сеть Интернет [4]. Это электронная библиотека с цифровым контентом, которая содержит коллекции электронных изданий по темам (дисциплинам), предоставляет сервисы для поиска и работы с изданиями для образовательных учреждений. ЭБС реализует совместное использование различных информационных технологий – технологий баз данных, технологий текстового поиска, технологий Web.

ЭБС функционируют по следующим вариантам:

- 1) внутренние – разрабатываются библиотекой вуза самостоятельно;
- 2) внешние – работают на основе прямых договоров с правообладателями (агрегируя в одном месте большое количество изданий и сотрудничая одновременно с несколькими издательствами);
- 3) межвузовские электронные библиотеки – объединение электронных коллекций нескольких вузов в единую ЭБС.

ЭБС образовательной организации может быть создана как с помощью отдельного программного комплекса, эксплуатируемого непосредственно в организации, так и с помощью совокупности подобных комплексов, ЭБС агрегаторов контента, ряд из которых эксплуатируется внешними операторами, если они образуют единую информационную систему, используемую в образовательной организации.

В настоящее время в России наблюдается значительный рост популярности ЭБС в качестве источника учебных и учебно-методических

материалов в вузах, в том числе в аграрных. Создано огромное количество ЭБ, в том числе имеющих международное значение (научная электронная библиотека РФФИ eLIBRARY.RU, Электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» и др.).

На сегодняшний день крупнейшими в России ЭБС являются ЭБС «ЛАНЬ», ЭБС «IPRbooks», ЭБС «Айбукс», ЭБС «Консультант студента», ЭБС «Университетская библиотека онлайн», ЭБС Znanium.com, Book.ru (на базе издательства КноРус), ЭБС «Юрайт», ЭБС Grebennikov, ЭБС elibrary.ru и др.

В ФГБОУ ВО Брянский ГАУ студентам и преподавателям предоставлен доступ к 5 электронно-библиотечным системам: ЭБС издательства «Лань», «BOOK.ru», «IPR SMART», «AgriLib», «Электронная библиотека технического вуза» («Консультант студента»), а также к ресурсам Научной электронной библиотеки на платформе eLIBRARY.RU. Доступ к ним осуществляется на сайте университета в разделе «Научная библиотека» (рис. 1) или на ПК локальной сети университета (читальный зал, компьютерные лаборатории, кабинеты кафедр).

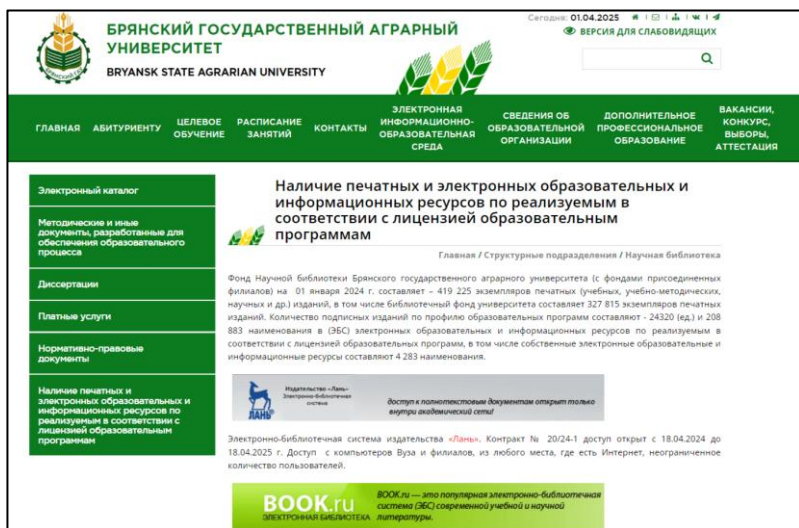


Рис. 1. Доступ к ЭБС на сайте ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Кроме того, в электронной информационно-образовательной среде университета существует доступ к электронным образовательным ресурсам из главной страницы обучающегося на конкретные ЭБС (рис. 2) и из конкретной дисциплины по ссылке на электронный образовательный ресурс ЭБС [5].

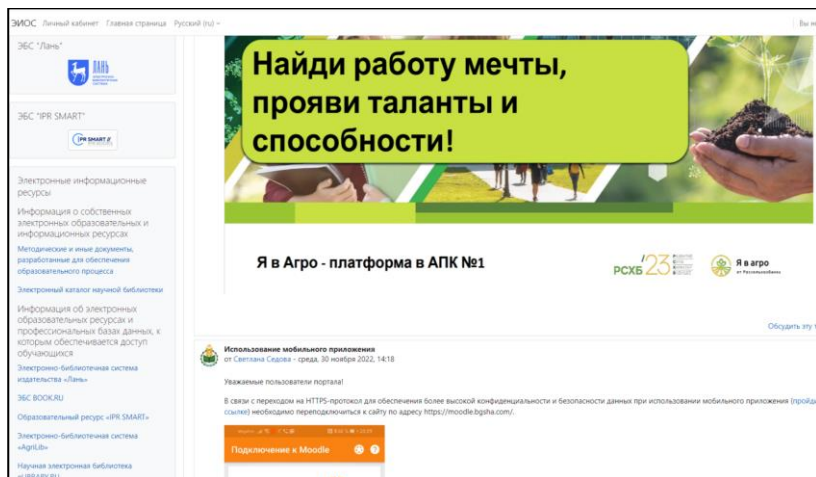


Рис. 2. Главная страница ЭИОС обучающегося со ссылками на конкретные ЭБС

Таким образом, применение электронно-библиотечных систем в образовательном процессе аграрного вуза является необходимым критерием для успешной подготовки специалистов сельскохозяйственного производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мировые информационные ресурсы/Библиотечная сеть РФ. – URL: <https://ru.wikibooks.org/wiki/> (дата доступа: 01.04.2025).
2. ИТ-тренды в образовании: с чем идем в 2025 год. – URL: [https://softline.ru/about/blog/it-trendy-v-obrazovanii-s-chem-idem-v-2025-god?m-message-key-id=5120592779539587072&m-message-click-id=e0e4278b-1b55-4e5e-92d7-fea6c0f25153&utm\\_source=email&utm\\_medium=mail&utm\\_campaign=SLCases-feb\\_28\\_posts\\_mainsubs](https://softline.ru/about/blog/it-trendy-v-obrazovanii-s-chem-idem-v-2025-god?m-message-key-id=5120592779539587072&m-message-click-id=e0e4278b-1b55-4e5e-92d7-fea6c0f25153&utm_source=email&utm_medium=mail&utm_campaign=SLCases-feb_28_posts_mainsubs) (дата обращения: 01.04.2025).
3. ГОСТ Р 7.0.96-2016. Электронные библиотеки. Основные виды.
4. ГОСТ Р 57723-2017. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Системы электронно-библиотечные. Общие положения.
5. Ульянова, Н. Д. Применение элементов дистанционного обучения при подготовке ИТ-специалистов в вузе / Н. Д. Ульянова // Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» в условиях цифровизации экономики: сб. науч. тр. науч.-метод. семинара-конф.; под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова. – 2020. – С. 51–56.

УДК 004

**Орлов И. Е.**, аспирант

Самарского государственного аграрного университета

**Миронов А. Д.**, студент 4-го курса бакалавриата

Самарского национального исследовательского университета  
имени академика С. П. Королева

### **ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА НАУЧНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ПУБЛИКАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБД MS ACCESS**

*Научный руководитель – **Миронов Д. В.**, канд. физ.-мат. наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Физика, математика и информационные  
технологии»*

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»,  
Кинель, Российская Федерация

**Ключевые слова:** список трудов, база данных, MS ACCESS.

**Аннотация.** В работе представлено ядро базы данных, созданной для автоматизации учета научных и методических трудов. Разработанная база данных позволят существенно упростить процедуры сбора, хранения и предоставления данных о публикациях. База данных имеет ряд преимуществ по отношению к традиционным методам сбора списка трудов

**Keywords:** list of works, database, MS ACCESS.

**Abstract.** The paper presents the core of a database designed to automate the accounting of scientific and methodological works. The developed database makes it possible to significantly simplify the procedures for collecting, storing and presenting data on publications. The database has several advantages over traditional methods of collecting a list of works.

На сегодняшний день важнейшим критерием эффективности деятельности любой научной организации, учебных заведений любого уровня, авторов и журналов является публикационная активность. Существует достаточно много различных платформ и методик [1] для оценки **результата научно-исследовательской деятельности, определяемого по количеству научных статей ученых или научных коллективов**, опубликованных в журнале, сборнике, трудах научной конференции, монографии и т. д. Однако далеко не все платформы обеспечивают полноценный учет всех работ автора.

Единственным полным источником данных о публикациях автора является его собственный (авторский) список трудов. В большинстве случаев данный список оформляется стандартными средствами текстовых редакторов в виде структурированных таблиц. Следует заме-

тить, что у данного способа учета и хранения публикаций существует несколько принципиальных неудобств. Как правило, данные в таблицах структурируются по разделам: научные работы. Учебно-методические работы, патенты и изобретения и другие разделы. В свою очередь, в каждом из названных разделов данные сортируются в хронологическом порядке. При добавлении очередной записи в тот или иной раздел автор сам должен следить за порядком в записях. Стоит добавить, что разные виды публикаций имеют разные времена реализаций, например, статья в сборнике трудов конференции и патент на изобретение. Очевидно, все это не упрощает работу автора по формированию списка собственных трудов.

Проанализировав сложившуюся ситуацию и традиционные подходы к созданию списка трудов автора, было решено привлечь для решения этой задачи ресурсы и возможности системы управления базами данных (СУБД) [2], в частности, использовать возможности СУБД MS ACCESS. На первом этапе были определены модели данных, процедуры их обработки и схемы информационных обменов. В созданной таблице «Список трудов» размещаются все необходимые данные, которые являются источниками данных для различных процедур обработки, включая формирование отчета по заданным требованиям [3]. В исходную таблицу были включены поля, обеспечивающие необходимый уровень обработки.

На рис. 1 представлена таблица «Список трудов» в режиме конструктора, где представлены введенные поля, определены для них типы данных, комментарии о назначении полей. Приведенный список полей исходной таблицы может быть легко изменен добавлением/удалением отдельных полей. Кроме того, возможности СУБД предоставляют необходимые средства по дополнительной тонкой настройке вводимых данных за счет использования «значений по умолчанию», «шаблонов для заполнения», «условий на значения», «выбор из значений» и других инструментов, существенно упрощающих ввод значений в ячейки таблицы.

В процессе эксплуатации базы данных «Список трудов» данные могут заноситься в таблицу в произвольном порядке, даже в том случае, когда автор «отыскал» свою публикацию многолетней давности, данные о ней могут быть внесены в любой момент. База данных при формировании отчета для просмотра или печати, реализуя инструкции запроса или запросов, сама разместит ее в нужную категорию и в нужном хронологическом порядке. При этом нумерация данных в разделах будет обновляться по необходимости автоматически.

Список трудов			
№ п/п	Имя поля	Тип данных	Описание (необязательно)
	Наименование работы, ее вид	Счетчик	Порядковый номер публикации
	Форма работы	Короткий текст	Полное название работы с указанием ее вида
	Выходные данные	Короткий текст	Форма работы
	Объем в п или стр	Короткий текст	Выходные данные публикации
	Соавторы	Короткий текст	Объем публикации в п или стр., с указанием авторской доли
	Год	Числовой	Список соавторов
	Статус	Короткий текст	Год публикации
	Завершено	Логический	Научные работы, учебно- методические работы, патенты и авторские свидетельства
	Поле1	Числовой	отметка о выходе работы из печати
	Рекомендован ВАК	Короткий текст	Служебное поле для организации вычисления нумерации публикаций в разных запросах
	WoS	Логический	Да/Нет
	Scopus	Логический	Включение в международные базы цитирования WoS (Логическое поле - Да/Нет)
	РИНЦ	Короткий текст	Включение в международные базы цитирования Scopus (Логическое поле - Да/Нет)
	проверено	Короткий текст	Включение в Российские базы цитирования РИНЦ (Да/Нет)
	Приоритет	Числовой	Верность публикации, выходных данных и других параметров учета.
			Уровень приоритета работы (1-6 уровня) 1- работа включена МБЦ,....6- работа внутреннего пользования

Общие		Подстановки	
Размер поля	Длинное целое	Новые значения	Последовательные
Формат поля		Подпись	
Индексированное поле	Да (Совпадения не допускаются)	Выравнивание текста	Общее

Имя поля может содержать не более 64 знаков (включая пробелы). Для получения справки по имени поля нажмите клавишу F1.

Рис. 1. Таблица «Список трудов» в режиме конструктора

Ввод и просмотр данных в основной таблице может осуществляться в режиме «Таблица» (рис. 2). В этом режиме обеспечены базовые возможности по созданию, редактированию и удалению любых сведений в таблице, а также записи в целом. Могут быть применены параметры сортировки, фильтрации (отбора) и группировки данных в таблице по любому полю. При этом сами данные не меняются.

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Тип данных	Выходные данные	Объём	Соавторы	Год	Статус	Завершено	Поле	Рекомендован	WoS	Scopus	РИНЦ	Проверено	Приоритет
1	Диффузионные магнетные ионы и проницаемость диффузия в ферромагнетиках в постоянном магнитном поле. (тезисы)	печат. тез. докл. IV международной конференции	Действие электромагнитных полей на плотность и проницаемость	193,3	Соавтор 1 Соавтор 2 Соавтор 3	1996	Научные работы	1	нет						
4	Diffusion of Cs36 in ruborubutaine Со Научная статья	печат. нал.	Маталобла и Явления Технологии - 1998 г.	4/3	Со-Autho1, Со-Autho2	1998	Научные работы	10	да						
49	Температурная зависимость динамики структур и свойств полукристаллического кобальта, оптокаменного в постоянном магнитном поле. Научная статья	печат. нал.	Вестн. Черкасского Университета, 2003. Выпуск 63 Серия "Физико-математические науки". С. 38-43.	6/6	нет	2003	Научные работы	49	нет						
62	Ассесс. Электронные базы данных. Лабораторные работы. (методические пособия)	печат. нал.	Учебное пособие для студентов. - РИО СГАСА. - Кемь, 2000. - 20 с.	1,25/1 25 п.л.	нет	2000	Учебно-методические работы	1							
63	Физика. Задачи и контрольные задания (С график) Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации) (учебное пособие)	печат. нал.	Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - Самара, 2001. - 78 с.	4,82/2	Соавтор 1 Соавтор 2	2001	Учебно-методические работы	10							
66	Физика. Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы студентам агрономических специальностей (С график) Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации) (учебное пособие)	печат. нал.	Учебное пособие для студентов высших учебных заведений специальность 31200 п.л.	5,125/1	Соавтор 2, Соавтор 3, Соавтор 4	2001	Учебно-методические работы	7							
69	Введение в линейное и динамическое программирование. (учебное пособие)	печат. нал.	Учебно-методические пособия для выполнения индивидуальных домашних заданий. - РИО СГАСА - Кемь, - 2003. - 48 с.	3/3 п.л.	нет	2003	Учебно-методические работы	11							
89	Диффузионные процессы в металлах под действием магнитных полей (методические указания) МЭПФЭИ-ИИИ, Тез. 1.	печат. нал.	М. Изд-во "Машиностроение-1". Самара - М.: Изд-во "Экспериментальный союзинженеров". 2002.	22/3,6	Соавтор 1, Соавтор 2, Соавтор 3, Соавтор 4	2006	Научные работы	89	нет						

Рис. 2. Таблица «Список трудов» в режиме таблицы

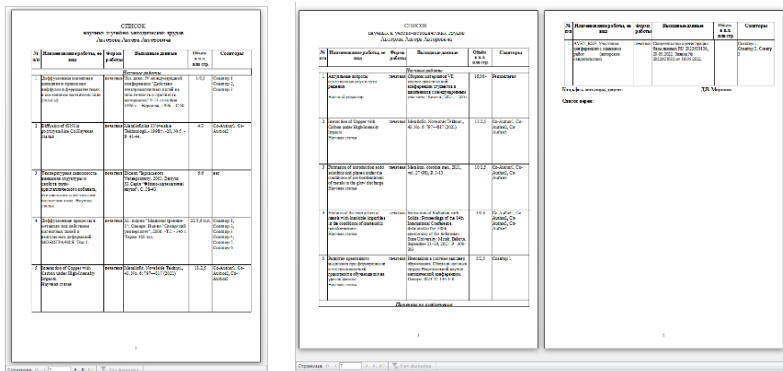
Основные операции по обработке данных возложены на запросы. В данной версии базы данных были реализованы базовые запросы. Запрос на выборку «**Научные работы без соавторов**» позволяет отобразить записи в базе по критерию, что работа выполнялась без соавторов (составной ключ по полям **Вид работы** и **Соавторы**). Запрос на выборку «**Соавторы**» позволяет отобразить записи в базе по одному и нескольким соавторам (составной ключ по полю **Соавторы**), может быть использован для формирования списка совместных трудов или списка трудов соавтора. Настраиваемый запрос на выборку «**Список трудов Запрос**» позволят отобразить записи в базе по одному и нескольким критериям (критерии отбора могут быть любые, исходя из задачи). Запрос на составление таблицы «**По годам**» позволяет отобразить записи в базе по годам (или интервалу лет) выхода публикации и автоматически поместить отобранные записи в отдельную таблицу. Последний запрос весьма актуален при прохождении различных процедур аттестации, когда необходимо предоставить отчет о публикациях за определенный период (три/пять лет).

Форма «**Список трудов**», представленная на рис. 3, обеспечивает базовые возможности по созданию, редактированию и удалению любых сведений в таблице, а также записи в целом.

Рис. 3. Форма «Список трудов» в режиме формы

Могут быть применены параметры сортировки, фильтрации (отбора) и группировки данных в таблице, при этом данные представлены на экране только по одной из записей базы данных.

Отчет «Список трудов через запрос» (рис. 4, а) представляет список отобранных запросом публикаций автора в группировке по видам работы, в порядке возрастания по годам публикации с отображением настраиваемых через запрос параметров, часть данных отчета размещается на макете отчета в его верхнем и нижнем колонтитулах, а также в примечании отчета.



а

б

Рис. 4. Форма «Список трудов» в режиме формы

Отчет «Список трудов через запрос» (рис. 4, б) представляет список отобранных запросом публикаций автора в группировке по видам работы, в порядке возрастания по годам публикации с отображением настраиваемых через запрос параметров.

Предложенная в настоящей работе концепция создания списка научных, научно-методических и других публикаций автора с использованием возможностей СУБД ACCESS была успешно реализована в виде ядра базы данных [3], которая в данный момент проходит стадию активной апробации и совершенствования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ардашкин, И. Б. Публикационная активность и ее роль в оценке профессиональной деятельности научно-педагогических работников вузов (российский опыт) / И. Б. Ардашкин, Т. В. Сидоренко // Образование и наука. – 2016. – № 1 (130). – С. 145–158.
2. Миронов, Д. В. Система управления базами данных Access / Д. В. Миронов, И. А. Куликова. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2013. – 84 с.
3. Миронов, Д. В. Список трудов. База данных для учета научно-методических публикаций / Д. В. Миронов, И. Е. Орлов, А. Д. Миронов // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024626358, 25.12.2024. Заявка № 2024625689 от 28.11.2024.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Астахова О. М.</b> Память – это дорога из прошлого в грядущее .....	3
<b>Масич С. Ю.</b> Использование ноосферного метода обучения для повышения мотивации у студентов сельскохозяйственных вузов к изучению философии .....	8
<b>Масич В. В.</b> Инновации в образовательном процессе вузов сельскохозяйственного профиля .....	13

### Секция 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТУДИИ (ИСТОРИЯ И КОМПАРАТИВИСТИКА)

<b>Алещенко Е. В.</b> Лобачевский и математическое мышление XIX века .....	19
<b>Бакулина С. А.</b> Историко-педагогический анализ содержания математического образования инженеров .....	22
<b>Болдырева И. В.</b> Теория параллельных в истории математики .....	26
<b>Волк Д. С.</b> Классическое определение вероятности .....	30
<b>Глинская Е. Е.</b> Удивительное число Пи .....	34
<b>Гуминская А. А.</b> Дискретная математика в криптографии .....	37
<b>Денисова А. Р.</b> Исаак Ньютон: биография и его математические начала натуральной философии .....	41
<b>Заенчковский Д. А.</b> Применение определенного интеграла для вычисления площадей .....	45
<b>Каранкевич М. А.</b> Н. Колмогоров – математик и педагог .....	49
<b>Козырев Н. Ю.</b> Блез Паскаль. «Великая Паскалева теорема» .....	53
<b>Кукурузяк С. П., Идоленко М. В.</b> Исторические аспекты развития методик решения систем линейных уравнений .....	56
<b>Курзенкова В. С.</b> Постановка и численное решение практикоориентированной задачи вычисления площади сегмента закругления стадиона .....	59
<b>Лычѐв Н. А.</b> История возникновения натурального числа .....	65
<b>Лычѐв Н. А.</b> История появления дробного числа .....	68
<b>Лычѐв Н. А.</b> Старинные системы записи чисел .....	71
<b>Мищенко С. А., Змушко М. С.</b> Оценка погрешностей и способы повышения точности численных методов .....	75
<b>Мохлаѐва Ю. А.</b> Исторические аспекты и вклад выдающихся ученых в области приближенного интегрирования функции .....	77
<b>Павлович Ю. В.</b> Пьер де Ферма: жизнь и научное наследие гениального самоучки .....	81
<b>Наумчик Д. А.</b> Король математиков: жизнь и творчество Карла Фридриха Гаусса .....	83
<b>Пасовец К. А. С. В.</b> Ковалевская: жизнь и деятельность .....	87
<b>Петрухина А. А., Хомичѐнок А. А.</b> Примеры использования методик решения систем линейных уравнений при обустройстве территории .....	90
<b>Садуро П. М., Неборский А. Ю.</b> Вклад выдающихся ученых в изучение области приближения функций .....	93
<b>Секорская И. А.</b> История применения производной в задачах экономики .....	95
<b>Тарелко И. В.</b> Интеграция вероятностных моделей и машинного обучения в прогнозировании экономических тенденций .....	99
<b>Филон Я. А.</b> Элементы теории случайных величин .....	104
<b>Хмурович Е. А.</b> Математика – язык познания мира .....	109
<b>Хорошун Е. Н.</b> Оценка погрешностей и методы повышения точности квадратурных формул .....	111
<b>Шуляк Л. А.</b> Декарт: биография, философия и вклад в науку .....	114

## Секция 2. ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ (ИСТОРИЯ И КОМПАРАТИВИСТИКА)

<b>Алешенко Е. В., Авсиквич М. В., Тумарева М. В., Ельницкий В. А.</b>	
Роль физики в обществе .....	121
<b>Алешенко Е. В., Харьковская В. А., Соснович О. Д.</b> «Четвертое состояние материи» Уильяма Крукса .....	126
<b>Вайтехович В. В., Горбач В. П., Морозов Н. Н., Авсиевич М. В., Чирич М. В.</b>	
Галилей: изучение движения тел .....	130
<b>Галимович А. А., Гончаров В. А.</b> Исторические аспекты биографии О. В. Новицкого .....	134
<b>Горбач В. П., Пучков В. В., Чирич М. В., Козел Н. И.</b> Опыт Эрстеда как доказательство взаимосвязи электрических и магнитных явлений .....	141
<b>Денисова В. С.</b> Оптические иллюзии и их применение в жизни человека .....	145
<b>Змиевский В. В.</b> Рентгеновские лучи: история открытия, применение .....	149
<b>Ковалева К. А., Шкарампола Е. И., Козел Н. И., Барачена А. Н., Минич А. Д.</b>	
Биофизика: работа нейронов .....	155
<b>Котович П. Г., Кулинич А. Д.</b> Адронный коллайдер .....	160
<b>Лишаков Н. Р., Дедовец М. Д.</b> Аспекты развития ядерной энергетики .....	164
<b>Минич А. Д., Алешенко Е. В., Ельницкий В. А., Федотова Д. А., Тумарева М. В.</b> Электрическая природа молнии .....	168
<b>Минич А. Д., Вайтехович В. В., Федотова Д. А., Авсиевич М. В.</b> Опыт Роберта Милликена и заряд электрона .....	173
<b>Пахомов А. В.</b> Майкл Фарадей: фундаментальные открытия .....	177
<b>Полецук Д. С., Фокина Е. А.</b> Выдающиеся открытия в физике XX века .....	181
<b>Полецук Д. С., Фокина Е. А.</b> История развития «Теории относительности» .....	187
<b>Пучков В. В., Алешенко Е. В., Лупашко Н. О., Харьковская В. А., Мишкевич А. И.</b> Закон Ампера о взаимодействии электрических токов .....	193
<b>Разумовский М. А., Барачена А. Н., Ковалева К. А., Шкарампола Е. И.</b>	
Лазерная терапия в практической ветеринарии .....	197
<b>Разумовский М. А., Мишкевич А. И., Тумарева М. В., Лупашко Н. О.</b>	
Роль физики в системе естественных наук .....	201
<b>Разумовский М. А., Мишкевич А. И., Тумарева М. В., Лупашко Н. О.</b>	
Свойства рентгеновского излучения, его применение в медицине и науке .....	205
<b>Ружинский И. К.</b> Королёв С. П. – советский ученый, конструктор и организатор производства ракетно-космической техники .....	210
<b>Смирнова А. А., Леткиман А. В., Рублев А. С., Морозов Н. Н.</b> Рентгеновские лучи Николая Тесла .....	214
<b>Смирнова А. А., Разумовский М. А., Леткиман А. В., Рублев А. С., Соснович О. Д.</b> Потенциал покоя и потенциал действия .....	218
<b>Ткачева А. А.</b> Поляризованный свет в науке и жизни .....	223
<b>Улисков В. Н., Баранников С. В.</b> Никола Тесла и его революционные открытия .....	226
<b>Филон А. Н., Лагодич В. А.</b> Исаак Ньютон: биография и вклад в науку .....	229
<b>Хусанов А. Д., Сердюков А. В.</b> История открытия эффекта Холла .....	233
<b>Чудук А. Г.</b> Термоэлектрические явления: история открытия .....	237
<b>Шугов Т. С., Якимович Я. С.</b> Теоретический анализ использования элементов геймификации в учебном процессе .....	242
<b>Шугов Т. С., Якимович Я. С.</b> Значение проектной деятельности для студентов строительных специальностей .....	249

**Секция 3. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК  
В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Байдаков К. Е., Колгунова В. А. Закрытый дренаж как наиболее совершенный способ осушения .....	255
Ковалев Я. С. К вопросу обоснования рациональных способов перемещений зерноуборочного комбайна .....	259
Крюкова О. Ю. Развитие мелиорации в Сибири .....	263
Крюкова О. Ю., Каничев Н. А. Влияние различных типов и видов мелиорации на восстановление и повышение плодородия деградированных почв в Брянской области .....	269
Крюкова О. Ю., Каничев Н. А. Использование BIM-технологий (Building Information Modeling) в землеустройстве .....	274
Крюкова О. Ю., Каничев Н. А. Прогнозирование земельных рисков с использованием AI на примере российских и зарубежных компаний .....	279
Лекомцева Е. С. Электромагнитные поля и их влияние на растения .....	284
Марков М. Е. Использование цифрового микрофотографирования для определения износа рабочих поверхностей деталей машин .....	289
Пономарева А. В., Теутул Е. Ю. Регулирование водного режима торфяных почв .....	294
Пономарева А. В., Теутул Е. Ю. Эрозионные процессы на осушенных землях и пути их предотвращения .....	299
Пережило М. В. Проблема развития профессиональных компетенций инженеров-электриков в эпоху цифровизации .....	304
Пыгалев Д. В. Использование дронов в сельском хозяйстве .....	309

**Секция 4. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРАКТИКЕ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОФИЛЯ**

Арганистова З. Ю. Многофакторный анализ экологического состояния водоема: обследование, биологическое разнообразие, виды землепользования .....	315
Балабанян К. Г. Инновационные технологии в образовательной практике учреждений образования сельскохозяйственного профиля .....	318
Денисов И. С. Особенности выбора источника света для жилых помещений .....	322
Деев К. П. Анализ зарубежного опыта применения БПЛА в сельском хозяйстве ..	325
Денисова В. С., Денисов И. С. Моделирование законов гидродинамики в MS Excel на примере Закона Бернулли .....	330
Денисова В. С., Денисов И. С. Особенности учета участников научно-практической конференции в СУБД MS ACCESS .....	335
Ермаков С. А. Информационные технологии в энергетике .....	341
Моисеенкова В. А. Роль электронно-библиотечных систем в образовательной практике вузов .....	346
Орлов И. Е., Миронов А. Д. Особенности учета научных и методических публикаций с использование СУБД MS ACCESS .....	351

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО  
И СПЕЦИАЛЬНОГО ЗНАНИЯ  
В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ

Сборник научных трудов по материалам  
I Международной научно-практической конференции студентов  
и молодых ученых, посвященной 185-летию  
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Горки, 24–25 апреля 2025 г.

Редактор *Т. И. Скикевич*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 15.12.2025. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 20,92. Уч.-изд. л. 19,55.  
Тираж 20 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.