

Современный технический университет



# МАТЕРИАЛЫ

XVII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

**“Наука и образование XXI века”**



27 октября 2023г.

Рязань

УДК 378

ББК 74.00

НЗ4

Наука и образование XXI века: Материалы XVII-й Международ. научно-практ. конф., 27 октября 2023 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшиновой; Авт. некомм. орг-я высш. образ-я «Совр. техн. ун-т».- Рязань, 2023. – 196 с., электронный ресурс – ISBN978-5-904221-40-9 /© /

В сборнике представлены доклады и статьи по результатам исследований в сфере фундаментальных и прикладных проблем развития науки и образования (технические науки, строительство и архитектура, естественно-научные дисциплины и география, гуманитарные науки, современные проблемы образования).

Адресовано широкой педагогической общественности

*Рекомендовано к публикации решением Ученого Совета Автономной некоммерческой организации высшего образования «Современный технический университет»*

*Авторская позиция и стилистические особенности в публикуемых материалах полностью сохранены*

ISBN978-5-904221-40-9



9 785904 221409

УДК 378

ББК 74.00

НЗ4

© А. Г. Ширяев, А. Д. Кувшинова  
© Автономная некоммерческая  
организация высшего  
образования «Современный  
технический университет», 2023

## **Глубокоуважаемые участники конференции!**

Вы принимаете участие в работе юбилейной международной 17-й научно-практической конференции «Наука и образование XXI века». За эти годы в ее работе в очной или заочной форме приняли участие более 2000 преподавателей, учителей, аспирантов и студентов.

По статусу и географическому охвату конференция отвечает статусу научно-практическая конференция с международным участием, т.к. поступили заявки, выступали с докладами и опубликовали свои статьи авторы из России и стран зарубежья (Беларусь).

Основной целью нашей конференции является выявление и обсуждение широкого спектра фундаментальных и прикладных проблем науки и образования. Не менее важной является задача привлечения студентов к научной работе, установлению связей между ведущими учеными и молодыми исследователями.

Положительным моментом считаем расширение из года в год спектра рассматриваемого круга научных проблем, что особенно важно на современном этапе развития науки и образования.

Дорогие коллеги, именно в объединении наших общих усилий, доминирующую роль играют научные конференции, подобные той, в работе которой мы с вами участвуем.

**Желаем Вам удачи, новых научных свершений! До новых встреч!**

Ректор Современного технического университета,

профессор А.Г. Ширяев



## СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Агафонов А. Г., студент 5 курса,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В. Ф. Уткина»

Научный руководитель – Колесенков Н. А., ст. преподаватель кафедры ИБ

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В данной работе рассматриваются предоставляемые современными информационными технологиями средства и методы, которые могут быть использованы в целях обеспечения безопасности и защиты информации в сфере информационно-телекоммуникационных технологий, в частности, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Актуальность рассматриваемого вопроса обусловлена следующими факторами:

во-первых, распространение и укоренение в жизни обычных пользователей информационных технологий;

во-вторых, недостаточная осведомлённость пользователей о содержании используемых технологий;

в-третьих, циркуляция в информационных системах и информационно-телекоммуникационных сетях (далее – информационные системы и сети) информации, которая касается не только конкретного человека (его персональные данные и т. п.), но и деятельности различных организаций, предприятий и государственных учреждений.

Данный вопрос рассматривается с точки зрения того, что конкретно может использовать обычный пользователь информационных систем и сетей, в частности, сети «Интернет», применяющий компьютер в бытовых или профессиональных целях, для обеспечения безопасности личной или служебной информации.

В настоящее время с целью улучшения качества обслуживания граждан, повышения доступности услуг, предоставляемых различными организациями, в информационную сферу перешло много привычных для человека функций, таких как запись к врачу, перевод денежных средств, оплата налогов и штрафов, ведение бизнеса, получение различных выписок и справок и так далее.

Одним из главных Интернет-порталов в России можно считать портал «Госуслуги», который используется для получения электронных услуг, оплаты штрафов, налоговых задолженностей, оплачивания госпошлин по некоторым категориям и хранения документов в личном кабинете. Так как данный Интернет-портал содержит и предоставляет для обработки определённым ведомствам и организациям конфиденциальную информацию

граждан Российской Федерации, то вопрос обеспечения безопасности информации в нём стоит остро, особенно учитывая тот факт, что: «Количество утечек баз персональных данных в России в I полугодии 2023 года выросло в четыре раза в сравнении с аналогичным периодом 2022 года. С начала 2023 года случилось уже 76 таких инцидентов против 19 в первые месяцы 2022...» [1].

Учитывая, тот факт, что даже крупным компаниям и государственным организациям сложно обеспечить полную защиту информации от несанкционированного доступа и утечек, то на пользователя так же ложится ответственность за обеспечение безопасности его данных. Для этого современные информационные технологии предоставляют широкий спектр средств и механизмов, которые могут быть использованы рядовым пользователем для обеспечения безопасности его личной информации, циркулирующей в информационных системах и сетях.

Один из наиболее распространённых механизмов контроля доступа является механизм аутентификации. Когда говорят о том, что во время процесса аутентификации от пользователя требуется предъявить несколько видов аутентификационной информации, то говорят о многофакторной аутентификации – более совершенном механизме осуществления доступа, по сравнению с однофакторной аутентификацией.

Основная суть многофакторной аутентификации заключается в том, что если конфиденциальность первичной (базовой) аутентификационной информации нарушена, то есть она станет известна нарушителю, то для него всё равно не представится возможным получить доступ к интересующей его информации, так как им будет пройден только один из этапов проверки. Таким образом, многофакторная аутентификация выстраивает проверку подлинности субъекта доступа (пользователя) из нескольких этапов, на каждом из которых от пользователя требуется предъявить специфическую для данного этапа аутентификационную информацию. При этом такая информация, как правило, от этапа к этапу меняется, то есть, например, на первом этапе от пользователя требуют предъявить пароль, на втором код из специального сообщения на мобильный телефон и другое.

Теперь в целях повышения безопасности аккаунтов пользователей и их персональных данных в упомянутом портале «Госуслуги» с 1 октября 2023 года для всех пользователи станет обязательным использование двухфакторной аутентификации [2]. Названный выше Интернет-портал предоставляет пользователям возможность использования двухфакторной аутентификации со следующими видами вторичной аутентификационной информации: код из сообщения на «привязанный» к учётной записи телефон и (или) одноразового кода, а также возможность использования для входа электронной подписи и(или) биометрии. Остановимся на двух последних вариантах более подробно.

Несмотря на то, что электронная подпись появилась давно, её активное использование в обычной жизни началось сравнительно недавно. Можно

сказать, что активное использование электронных подписей среди физических лиц для покупки недвижимости и регистрации бизнеса пришлось на время пандемии в 2020 году [3]. Так как люди были вынуждены находиться вне работы, то для облегчения процесса документооборота на помощь пришли электронные подписи, как цифровой аналог рукописной подписи. Вместе с этим, подобные подписи служат и средством аутентификации.

Электронная подпись – информация в электронной форме, которая присоединена к другой информации в электронной форме (подписываемой информации) или иным образом связана с такой информацией и которая используется для определения лица, подписывающего информацию [3].

В силу криптографического характера электронных подписей и их регулирования в специальных удостоверяющих центрах, вероятность их компрометации путём подделки крайне мала, но вероятность их хищения или пропажи в силу человеческого фактора высока. Поэтому электронные подписи получили своё развитие в виде облачных вариантов, т.е. без физического носителя непосредственно в руках пользователя, но в тоже время это влечёт потенциальную угрозу их утечки из баз данных или несанкционированного доступа при утечках аутентификационной информации от сервисов, занимающихся их регулированием.

Осуществление входа в систему, путём использования биометрических данных человека, является современной альтернативой обычному парольному входу. В процессе биометрического входа от пользователя требуется предъявить системе в качестве подтверждающей аутентификационной информации биометрическую информацию. Такая информация для каждого человека является уникальной, и к ней можно отнести: лицо, отпечаток пальца, сетчатка глаза, рисунок вен и голос. Биометрическая информация тесно связана со своим носителем – человеком, являясь его неотъемлемой частью, но, несмотря на это, она является подделываемой, в частности, что касается лица и голоса.

При наличии определённого объёма фотографической информации, содержащей изображение внешности человека, или информации являющейся звукозаписью его голоса, особенно продвинутые нейросети могут запросто сгенерировать подвижную (анимированную) модель лица человек и (или) его голоса. Нарушитель в качестве источника исходной информации может использовать опубликованные человеком фотографии, видео и аудиозаписи в социальных сетях и тому подобное. Используя заранее сгенерированную модель биометрической информации человека, нарушитель может получить доступ к интересующей его информации путём предоставления этой информации системе в процессе биометрической аутентификации. Поэтому несмотря на то, что данный вид информации в качестве подтверждающего признака является достаточно удобным, он не является полностью безопасным. Ради справедливости стоит обратить внимание на то, что технологии генерации моделей внешности и голоса человека на данный

момент не являются общедоступными, а программные решения предоставляющие данные возможности являются достаточно требовательными к аппаратному обеспечению, на котором они функционируют.

В заключение следует сказать о том, что с развитием информационных технологий увеличивается как количество средств и методов, которые можно привлечь для обеспечения безопасности информации, так и с другой стороны растёт количество возможных технологий, которые можно использовать в целях нарушения этой самой безопасности. От пользователя требуется соблюдение постоянной бдительности и разумности в принятии решений об опубликовании той или иной информации в сети и в целом в вопросе ведения дел в сфере, касающейся информации, информационных технологий и защиты информации.

Даже самая защищённая и безопасная система бессильна перед лицом человеческой безответственности.

#### Список использованной литературы

- 1 Роскомнадзор сообщил о росте утечек данных в четыре раза в I полугодии // Телеграфное агентство связи и сообщения: [сайт]. – 2023. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/18333157?ysclid=ln7aeu9w3522379045> (дата обращения: 01.10.23).
- 2 Двухфакторная аутентификация на Госуслугах становится обязательной // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: [сайт]. – 2023. – URL: [https://digital.gov.ru/ru/events/47552/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f](https://digital.gov.ru/ru/events/47552/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f) (дата обращения: 01.10.23).
- 3 Электронные подписи стали чаще применять для сделок с недвижимостью и регистрации бизнеса // Телеграфное агентство связи и сообщения: [сайт]. – 2021. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/10717107?ysclid=ln7fzh35cx975512223> (дата обращения: 01.10.23).
- 4 Российская Федерация. Федеральный закон. Об электронной подписи: Федеральный закон №63-ФЗ: [принят Государственной Думой 25 марта 2011 г.: одобрен Советом Федерации 30 марта 2011 г.]. // Консультант Плюс: [сайт]. – 2011. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122701/?ysclid=ln7hsr1jqu417890835](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122701/?ysclid=ln7hsr1jqu417890835) (дата обращения: 01.10.23).

Блинникова Л. Г., преподаватель,  
Гармаш Ю. В., д-р т. наук, профессор, Рязанское гвардейское высшее  
воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное  
училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНЫМ МАГНИТНЫМ АМОРТИЗАТОРОМ НА ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ И ИХ КОМПЛЕКСАХ

В статье оценена эффективность применения адаптивной электронной системы управления рекуперативным магнитным амортизатором, позволяющей осуществлять рекуперацию энергии и автоматически изменять жесткость подвески на транспортно-технологических средствах и их комплексах.

Модель построения адаптивной электронной системы управления рекуперативным магнитным амортизатором, предложенная в работах [1, 2], может быть использована при создании новых и совершенствовании существующих транспортно-технологических средств и их комплексов как промышленного, так и военного назначения.

Система управления рекуперативным амортизатором может быть реализована на аналоговых элементах и интегральных микросхемах с малой степенью интеграции (рисунок 1) [1].

Она включает схему 1 выделения модуля входного сигнала, схему 2 определения знака входного напряжения, формирователь 3 характеристики амортизатора, схему 4 ШИМ-драйвера, выходные ключи 5, схему 6 сопряжения уровней, накопительный конденсатор 7.

С выхода ШИМ-драйвера производится управление мощными силовыми ключами 5, вход которых соединен с генератором, а выход – с выходным накопительным конденсатором 7.

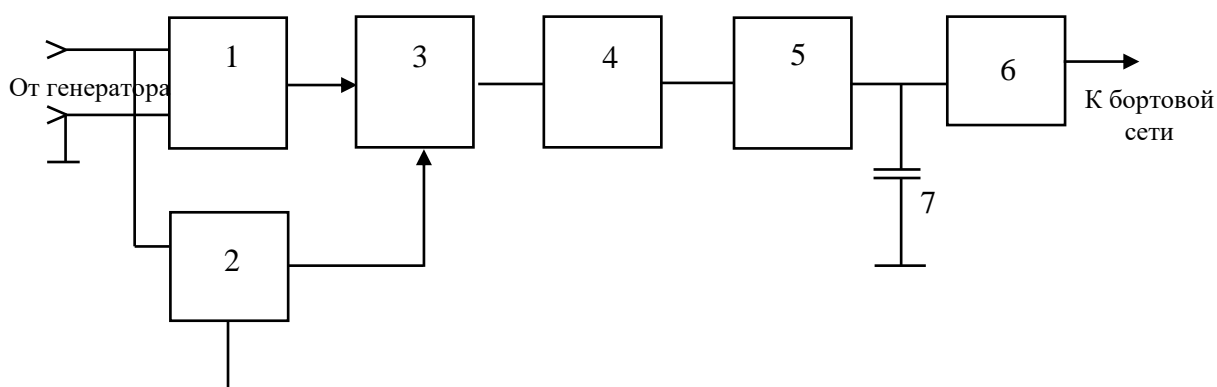


Рисунок 1 – Функциональная схема системы управления рекуперативным амортизатором на аналоговых элементах и ИМС с малой степенью интеграции

1 – схема выделения модуля входного сигнала; 2 – схема определения знака ЭДС; 3 – формирователь характеристики амортизатора; 4 – схема ШИМ-драйвера; 5 – выходные ключи; 6 – схема сопряжения уровней; 7 – накопительный конденсатор



Предложенная система управления магнитным амортизатором позволяет осуществлять рекуперацию энергии, тем самым снижая нагрузку на генератор и двигатель транспортного средства. Преобразованная системой энергия может быть использована для подзарядки аккумуляторной батареи, для питания радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и т.д.

Рекуперация особенно важна в случае транспортных средств на электрической тяге, которым присущ дефицит электроэнергии, например, электромобилей, а также при разработке активных систем гашения колебаний РЭА.

Очевидно, что применение рекуперативных амортизаторов позволит снизить расход топлива, улучшить экологическую обстановку.

Анализ эффективности использования рекуперативных амортизаторов показывает снижение расхода топлива до 4 – 6% для тяжелых транспортных средств, в частности военных автомобилей, что является очень неплохим экономическим показателем [3].

Разработанная система управления рекуперативным амортизатором позволяет автоматически учитывать подрессоренную массу транспортного средства и соответствующим образом изменять жесткость подвески.

Эффективность применения разработанной системы управления рекуперативным амортизатором оценена для автомобиля КамАЗ-5350.

Снаряженная масса автомобиля составляет примерно 9 т, а его максимальная грузоподъемность – 6 т. Максимально допустимая нагрузка на переднюю ось – 5250 кг, на заднюю тележку – 10600 кг [4].

Масса КамАЗа при средней нагрузке в 3 тонны равна 12 тонн.

Значит, средняя нагрузка на колесо  $M_0 = 2$  т, минимальная нагрузка  $M_1 = 1,5$  т, максимальная нагрузка  $M_2 = 2,5$ .

Приведенная масса на колесо соответственно:  $m_0 = 1$ ,  $m_1 = 0,75$ ,  $m_2 = 1,25$ .

Относительный коэффициент затухания  $\psi$  [5]:

$$\psi = \frac{k}{\sqrt{2cM}}, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент сопротивления амортизатора, Н·с/м;

$M$  – подрессоренная масса, кг.

$c$  – жесткость подвески, Н/м.

С учетом формулы (1) определяется приведенный относительный коэффициент затухания  $\tilde{\psi}$ :

$$\tilde{\psi} = \frac{\psi}{\psi_0} \sim \frac{1}{\sqrt{m}}. \quad (2)$$

Тогда [6]

$$\tilde{\psi}_1 \sim \frac{1}{\sqrt{m_1}} = \frac{1}{\sqrt{0,75}} \approx 1,15. \quad (3)$$

$$\tilde{\psi}_2 \sim \frac{1}{\sqrt{m_2}} = \frac{1}{\sqrt{1,25}} \approx 0,89. \quad (4)$$

$$\tilde{\psi}_0 \sim \frac{1}{\sqrt{m_0}} = 1. \quad (5)$$

Графики зависимости приведенного относительного коэффициента затухания  $\tilde{\psi}$  от приведенной массы  $m$  показаны на рисунке 2 [6].

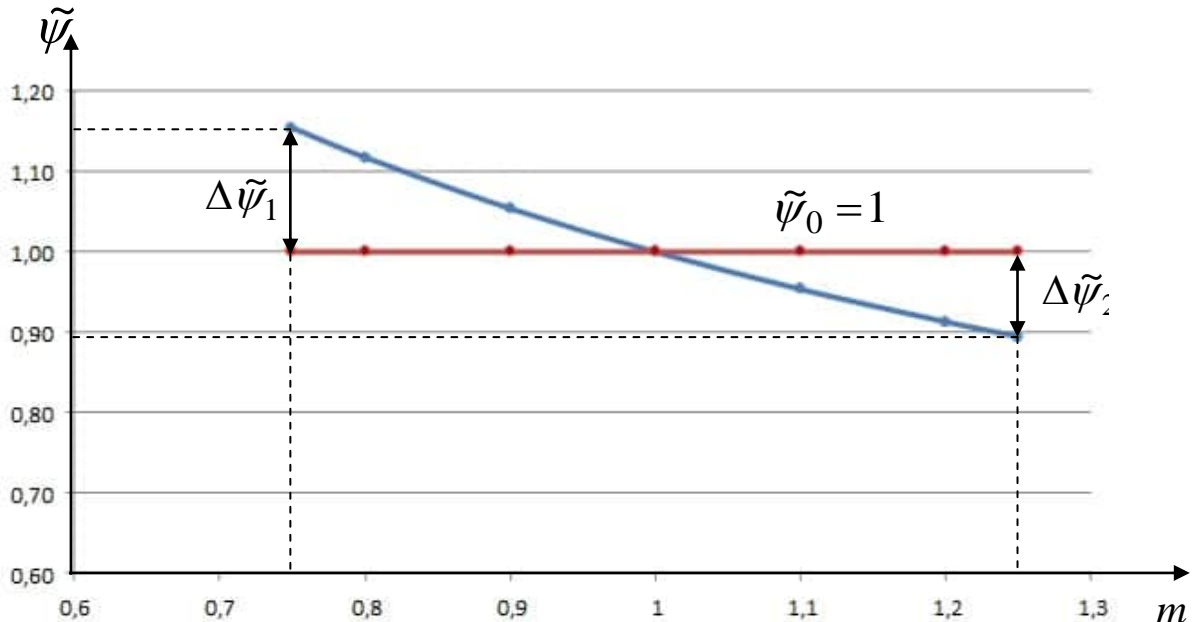


Рисунок 2 – Графики зависимости приведенного относительного коэффициента затухания  $\tilde{\psi}$  от приведенной массы  $m$

С изменением подрессоренной массы коэффициент  $\tilde{\psi}$  изменяется, плавность хода ухудшается. При использовании адаптивной электронной системы управления рекуперативным амортизатором  $\tilde{\psi}_0 = 1$ .

Из графиков и расчета [6] следует, что

$$\Delta\tilde{\psi}_1 = 1,15 - 1 = 0,15, \quad \Delta\tilde{\psi}_2 = 1 - 0,89 = 0,11.$$

Таким образом, применение разработанной системы управления позволяет улучшить плавность хода на 10 – 15%.

Применение электронной системы управления рекуперативным магнитным амортизатором позволяет модернизировать существующую радиоэлектронную аппаратуру, устанавливаемую на транспортно-технологических средствах и их комплексах и отвечающую более низким требованиям по стойкости к воздействию внешних механических факторов, до требований более высоких групп исполнения.

При этом следует отметить, что подобный расчет для разработчика будет составлять 7-10% от трудоемкости полномасштабной НИОКР, что связано с доработкой по большей части уже действующей конструкторской

документации и проведения испытаний только в части подтверждения стойкости к воздействию внешних механических факторов.

Такой подход весьма эффективен в условиях дефицита трудовых ресурсов, ограниченного объема финансирования, сжатых сроках реализации проекта, сохранения и улучшения необходимых тактико-технических характеристик модернизируемой аппаратуры.

Таким образом, применение адаптивной электронной системы управления рекуперативным магнитным амортизатором позволит осуществлять рекуперацию энергии и активное демпфирование колебаний, улучшить экономичность, надежность, экологичность, обеспечить энергоэффективность и безопасность транспортно-технологических средств и их комплексов.

#### Список использованной литературы

- 1 Сарбаев, В. И. Устройство управления магнитным рекуперативным амортизатором / В. И. Сарбаев, Ю. В. Гармаш, Л. Г. Блинникова, С. Г. Волков // Научно-технический журнал «Автомобильная промышленность». – 2017. – №3. – С. 8-10.
- 2 Гармаш, Ю. В., Блинникова, Л. Г., Шипякова, А. А. Устройство управления магнитным рекуперативным амортизатором. Патент РФ на полезную модель № 205432, МПК F16F6/00, F16F9/34, 14.07.2021.
- 3 GenShock — система подвески, выполняющая функцию регенерации энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/c/668092/>.
- 4 КамАЗ-5350: технические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trucksreview.ru/kamaz/kamaz-5350-tehnicheskie-harakteristiki.html?ysclid=lelisl2r4a45479713>.
- 5 Ротенберг, Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода / Р. В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
- 6 Блинникова, Л. Г. Оценка эффективности применения адаптивной электронной системы управления рекуперативным магнитным амортизатором на транспортных средствах / Л. Г. Блинникова, Ю. В. Гармаш // «Студенческий научный поиск – науке и образованию XXI века»: Материалы XV-й Междунар. студенч. научно-практ. конф., 21 апреля 2023 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшиновой. – Рязань, 2023 – С. 9-13.

Гармаш Ю. В., д-р т. наук, профессор,  
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова  
дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии  
В. Ф. Маргелова

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ АВТОМОБИЛЯ

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос адаптации системы электроснабжения автомобиля к изменяющимся условиям эксплуатации. В настоящее время электрическая система автомобиля построена таким образом, что все потребители подключены параллельно к бортовой сети. В связи с этим различные электрические системы транспортного средства оказывают взаимное влияние через общий источник питания, что не способствует высокой помехоустойчивости, а также снижает качество и надежность электрооборудования в целом, поэтому возникает необходимость исключения подобного влияния. Кроме

того, для каждого потребителя необходимо изменять напряжение питания в соответствии с установленными законами - напряжение должно зависеть от режимов работы как потребителя, так и двигателя внутреннего сгорания, температуры окружающей среды и значительного количества других параметров. Показано, что задачи адаптации различных систем электрооборудования автомобиля могут быть частично решены с помощью импульсных управляемых преобразователей энергии, позволяющих изменять напряжение питания каждого из потребителей. Системы электрооборудования (каждый потребитель электрической энергии) запитываются индивидуально, по заранее определенному закону. Такое "раздельное" электроснабжение потребителей позволяет не только получить рациональный режим работы каждой системы электрооборудования автомобиля, но и повысить надежность электрооборудования в целом, так как надежность современных управляемых преобразователей параметров электрической энергии очень высока, а их КПД обычно превышает 90%. В статье рассмотрены и представлены результаты экспериментального исследования следующих систем электрооборудования автомобиля: системы зажигания, системы электроснабжения, другие системы электрооборудования автомобилей могут использоваться при их питании по тому же принципу.

**Ключевые слова** - электрооборудование транспортного средства; адаптация, импульс; преобразователь напряжения; широтно-импульсная модуляция; закон изменения напряжения питания, напряжение бортовой сети.

**Введение.** **Актуальность** исследования обусловлена необходимостью повышения уровня эффективности автомобильной техники (АЭ), особенно в чрезвычайных ситуациях и неблагоприятных климатических условиях.

**Целью** настоящего исследования является разработка новых принципов построения электрооборудования, а именно организация дифференцированного электроснабжения потребителей с использованием регулируемых параметров объекта управления импульсными адаптивными источниками энергии.

**Постановка задачи.** Электрическая система автомобиля построена таким образом, что все потребители подключены параллельно к бортовой сети автомобиля. В связи с этим различные электрические системы транспортного средства оказывают взаимное влияние через общий источник питания, что не способствует высокой помехоустойчивости, что снижает качество и надежность электрооборудования в целом, поэтому возникает проблема исключения такого влияния. Кроме того, для каждого потребителя необходимо изменять напряжение питания в соответствии с установленными законами - напряжение должно зависеть от режимов работы как потребителя, так и двигателя внутреннего сгорания, температуры окружающей среды и значительного количества других параметров. Следовательно, необходима разработка устройств и технических решений для разделения напряжений потребителей электрической энергии, вырабатываемой импульсными управляемыми преобразователями, вырабатываемые напряжения которых не зависят от напряжения аккумуляторной батареи, и изменяются по закону, необходимому конкретному потребителю.

Эти противоречия могут быть разрешены с помощью адаптивной импульсной системы питания, включенной, например, между системой электроснабжения и системой зажигания.

**Решение задачи.** С целью повышения эффективности работы системы зажигания [Гармаш и др. (2000), Сарбаев и др. (2014), Кадуцкий и др. (2005), Белов и др. (2012), Астахова и др. (2010), Дудкин и др. (2015), Лукин и др.

(2007)] оценивали влияние на процесс искрообразования внешних факторов и параметров вторичного напряжения системы зажигания. Известно, что наибольшее влияние на коэффициент запаса по вторичному напряжению оказывают напряжение питания и сопротивление первичной цепи. Коэффициент запаса по вторичному напряжению также варьируется в широких пределах, что негативно сказывается на работе системы зажигания и двигателя в целом. Значения, характеризующие катушку зажигания и двигатель внутреннего сгорания, являются постоянными для конкретной системы зажигания, а оптимальная зависимость вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя определяется законом изменения напряжения питания системы зажигания. Если уравнение для вторичного напряжения подставить в выражение для токового зазора и выразить требуемое входное напряжение системы зажигания, то получим  $U_B$ , [1, 2, 3, 4, 5]:

$$U_B = \frac{R_{1\Sigma} U_{PR} K_3}{\left[1 - \exp\left(-\frac{R_{1\Sigma} \tau_3 120}{L_1 n z}\right)\right] \varepsilon_1 \frac{W_2}{W_1} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2} \Pi}$$

(1)

где  $R_{1\Sigma}$  – полное активное сопротивление первичной цепи системы зажигания, Ом;

$U_{PR}$  – напряжение пробоя первичной цепи, В;

$K_3$  – коэффициент запаса по вторичному напряжению;

$\tau_3$  – время замкнутого состояния контактов, с;

$L_1$  – индуктивность первичной цепи зажигания, Гн;

$n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$z$  – количество цилиндров двигателя;

$\varepsilon_1$  – коэффициент, характеризующий систему зажигания;

$W_2/W_1$  – отношение числа витков вторичной и первичной цепей катушки зажигания (коэффициент трансформации);

$C_1, C_2$  – емкости первичной и вторичной цепей  $\Phi$ ;

$\Pi$  – коэффициент полезного действия катушки.

Это уравнение лежит в основе модели регулирования напряжения и определяет его рациональное значение для питания системы зажигания с точки зрения постоянства коэффициента запаса (отношения вторичного напряжения, которое может развить система зажигания к пробивному напряжению). Что касается входящего в уравнение пробивного напряжения искрового промежутка, то его можно взять, например, из диссертации Шеховцова В. И.

Основная идея состоит в том, чтобы показать, что можно построить электрооборудование автомобиля с управляемыми преобразователями энергии. Система зажигания с замкнутым контуром обратной связи для регулирования и вторичного напряжения системы зажигания, достаточного для пробоя искрового промежутка свечи зажигания, но не более; и система

питания, включающая высокоточный регулятор напряжения для стабилизации напряжения системы электроснабжения. Эти меры позволяют примерно в 2 раза увеличить срок службы ламп накаливания, увеличить срок службы аккумуляторов на ~20%.

Работа [16] посвящена применению того же подхода – использованию адаптивных преобразователей энергии в несколько иной области, непосредственно не связанной с электрооборудованием.

**Система зажигания.** Улучшены эксплуатационные характеристики системы зажигания с использованием разработанных преобразователей параметров электрической энергии – адаптивного повышающего преобразователя режима пуска двигателя внутреннего сгорания и адаптивного преобразователя для поддержания коэффициента запаса постоянным на всех режимах работы двигателя.

**Повышающий преобразователь.** При превышении уровня выходного напряжения до 10В (для бортового источника питания 12В) преобразователь должен быть отключен во избежание перегрузки системы зажигания автомобиля, для этой цели включен стабилитрон, после пробоя которого система зажигания питается непосредственно от бортовой сети автомобиля. На основе исследований внедрены принципиально новые технические решения по совершенствованию системы зажигания на основе постоянного значения коэффициента запаса по вторичному напряжению. Для получения необходимого запаса достаточно измерить пробивное напряжение, сравнить его с вторичным напряжением и поддерживать их соотношение постоянным. Эта задача решается, если ввести в систему датчики зажигания и вторичных пробивных напряжений схему сравнения датчиков напряжения и регулируемого преобразователя напряжения. Такая схемотехника позволяет автоматически поддерживать необходимый коэффициент запаса путем регулировки выходного напряжения инвертора, питающего первичную цепь штатной системы зажигания, что автоматически компенсирует неконтролируемый уход за настройками системы зажигания путем изменения режимов работы двигателя, износа свечей зажигания, временного и температурного дрейфа параметров системы зажигания и других переменных.

Из обработанных статистически ( $\chi^2$ ) экспериментальных данных следует, что вероятность пуска при использовании разработанной системы зажигания выше, чем при использовании стандартной заряженной батареи, на 75 % (рис. 1). В случаях с полностью заряженной батареей использование экспериментальной системы зажигания имеет то преимущество, что исключает перегрузку коммутатора, катушек зажигания, распределителей.

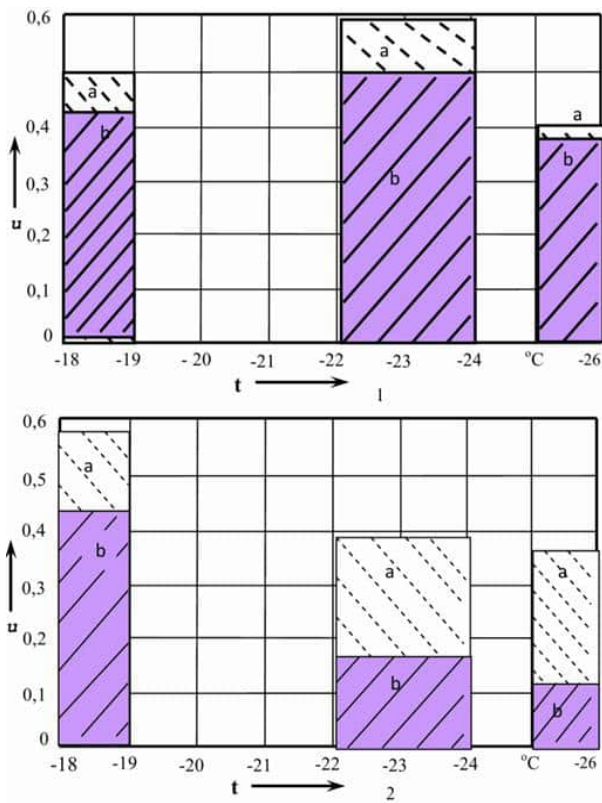


Рисунок 1 - Гистограммы холодного пуска для экспериментальной (а) штатной (б) системы зажигания при заряде аккумулятора (1) - 100% и (2) – 75 %

Преобразователь с постоянным коэффициентом запаса по вторичному напряжению.

1 - вторичное напряжение, развиваемое штатной системой зажигания; 2 - вторичное напряжение, развиваемое экспериментальной системой зажигания; 3 - пробивное напряжение

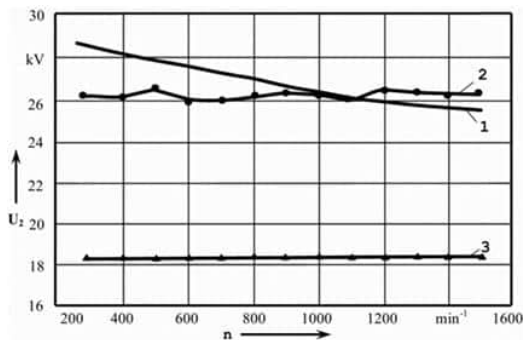


Рисунок 2 - Зависимость вторичных и пробивных напряжений от частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания в области рабочей частоты в зазоре между электродами искрового промежутка 7 мм

В области рабочих частот напряжение также зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. Зависимость запаса от пробивного напряжения и напряжения системы зажигания определялись одновременно для двух систем зажигания – обычной и экспериментальной (рис. 2). В этом случае напряжение пробоя изменялось путем изменения величины трехэлектродного разрядника искрового промежутка игольчатого разрядника стенда СПЗ-12. При зазоре между электродами 7 мм пробивное напряжение составляет ~18,3 кВ, а вторичное напряжение пилотной системы зажигания, как видно из рис. 2 остается почти постоянным при ~ 26 кВ.

Что касается вторичного напряжения стандартной системы зажигания, то оно изменяется от 28,8 кВ при  $n = 300$  мин<sup>-1</sup> до 25 кВ при 1600 об / мин (рис. 2). Как и следовало ожидать, коэффициент запаса не зависит от

пробивного напряжения искрового промежутка разрядника, а зависит от частоты.

Коэффициент запаса снижается с 1,6 до 1,36, так как с увеличением частоты уменьшается время накопления энергии в первичном контуре. Надежность электрооборудования с импульсными преобразователями параметров электрической энергии существенно выше, чем для систем, построенных по стандартной конструкции, что иллюстрируется системой зажигания и подтверждается как расчетами, так и эксплуатационными испытаниями.

Система электроснабжения [Гармаш и др. (2006), Карабанов и др. (2004)]. С точки зрения повышения эксплуатационных характеристик - обеспечения пуска двигателя внутреннего сгорания степень заряженности аккумуляторных батарей, должна быть близка к 100% уровню заряда аккумуляторной батареи. Это же требование предъявляется со стороны обеспечения максимального срока эксплуатации. Для поддержания максимального заряда батареи необходимо поддерживать с высокой степенью точности напряжение, например, с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с учетом заданного температурного коэффициента напряжения (ТКН) заряжаемой батареи.

Заметим, что в этом случае возникает явное противоречие между значением напряжения системы, необходимым для продления срока службы батареи, и напряжением, оптимальным для питания других потребителей. Выходом из этой ситуации может стать вторичный источник питания - источник, преобразующий напряжение, подаваемое от генератора для зарядки аккумуляторов, в напряжение, оптимальное для питания других потребителей. Недостатком применяемых в настоящее время регуляторов напряжения является использование параметрического стабилизатора в качестве опорного напряжения, что приводит к температурной погрешности регулирования.

### Разработка преобразователя для системы электроснабжения

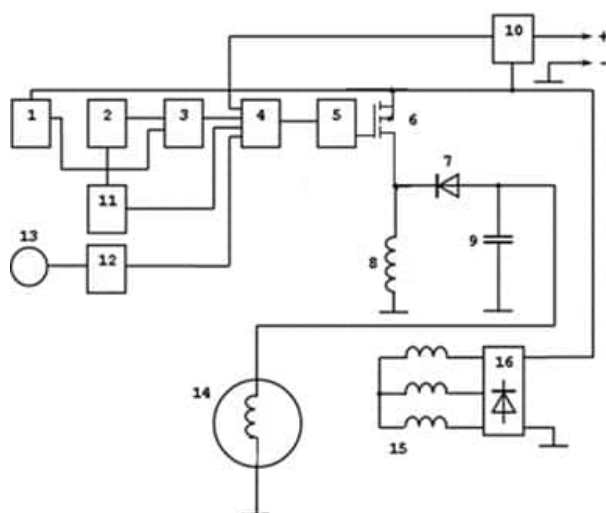


Рисунок 3 - Высокоточный регулятор напряжения бортовой сети автомобиля

1 - тестовое звено, 2 - источник опорного напряжения, 3 - схема сравнения, 4 - логический блок, 5 - генератор, 6 - силовой ключ, 7 - диод, 8 - катушка, 9 - конденсатор, 10 - датчик тока нагрузки, 11 - компаратор напряжения, 12 - компаратор частоты, 13 - датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания; 14 - обмотка возбуждения; 15 - обмотка статора; 16 - выпрямитель.



Измерительное звено 1 представляет собой делитель напряжения бортовой сети состоящий из двух последовательно соединенных сопротивлений. Схема сравнения 3 дифференциального усилителя на основе операционного усилителя. Управление представляет собой высокочастотный мультивибратор 5, который активируется от схемы сравнения опорного напряжения и напряжения системы. Силовой ключ 6 во время импульса мультивибратора 5 открывается и через катушку 8 протекает ток. После блокировки ключа 6 ток через катушку 8 продолжает течь в том же направлении и через диод 7 заряжает фильтрующий конденсатор 9, напряжение которого подается на обмотку возбуждения генератора 14. Обмотка возбуждения генератора и конденсатор 9 являются фильтрами нижних частот. Обмотка возбуждения питается почти постоянным средним током, пропорциональным разности опорного напряжения и напряжения, снятого с измерительного блока.

Для реализации способа разделения напряжений, подаваемых от генератора для зарядки аккумуляторной батареи и питания других потребителей электрической энергии, разработан высокоточный вторичный источник питания. Для повышения эффективности исполнительных устройств [Айзенсон и др. (2004), Гармаш и др. (2012), Пеньков и др. (2009), Демкин и др. (2006), Колоколов и др. (2012), Михеенко (2017), Сарбаев и др. (2016)] предложено использование адаптивных импульсных преобразователей параметров электрической энергии, использующих широтно-импульсную модуляцию (ШИМ), реализовать бесступенчатые, аналоговые режимы регулирования, а не дискретные. Использование приборов с ШИМ возможно в системах электропривода: отопления и вентиляции салона, стеклоочистки, системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания и др.

**Выводы.** Очевидно, что решение проблемы низкотемпературного пуска двигателя внутреннего сгорания возможно при комплексном совершенствовании всех основных электрических систем автомобиля.

Результаты: установлено, что применение разработанной системы зажигания позволяет снизить температуру надежного пуска двигателя внутреннего сгорания на несколько градусов; применение высокоточного регулятора напряжения бортовой сети повышает уровень заряда свинцово-кислотных аккумуляторов, что повышает надежность пуска, особенно при низких температурах.

Испытания показали следующие результаты:

- увеличение срока службы аккумуляторных батарей за счет увеличения их средней степени заряда с учетом температуры и удобства эксплуатации за счет снижения пусковых токов в 1,2 - 1,4 раза;
- увеличение срока службы остальных потребителей электрической энергии за счет использования автоматического управления электроприводом и достижения рациональных режимов их работы (для ламп накаливания ~ в 2 раза).

Отметим, что электрооборудование автомобиля содержит достаточно большое количество различных систем [17,18,19, 20], а рассмотренные выше принципы получения оптимальных питающих напряжений на основе использования импульсных адаптивных управляемых преобразователей параметров электрической энергии [21,22,23] могут быть применены практически ко всем известным системам электрооборудования автомобилей.

Следует также отметить, что применение такого подхода возможно при проектировании не только автомобильной техники, но и практически любых транспортных средств, а также портативных радиоэлектронных устройств.

Надежность машиностроительной продукции определяется комплексом технико-экономических причин. Это в полной мере относится и к электронным устройствам, в частности, автомобильным.

Если рассматривать надежность и долговечность разработки электротехнических изделий в последние годы, то нетрудно заметить, что подавляющее большинство из них не отвечает существующим требованиям к соответствующим показателям автотранспортных средств. Так, если указанный 90% ресурс автомобиля соответствует 125-250 тыс. км пробега, то такой же ресурс многих изделий автоэлектроники (или 90% наработки на отказ для не ремонтируемых изделий) всего 20-60 тыс., реже - до 100 тыс. км. Это означает, что большинство электронных изделий, установленных на автомобиле, требуют повторной замены или ремонта во время пробега автомобиля перед капитальным ремонтом.

Очевидно, что при использовании современных преобразователей [24, 25] КПД уже приближается к 95-98%, а масса и габариты таких устройств минимальны при высокой степени их надежности.

#### Список использованной литературы

- 1 Гармаш, Ю., Титов, Е., Латахин, А. Система зажигания с регулируемым напряжением. Автомобильная промышленность. – 2000. - № 5. - С. 26-27.
- 2 Сарбаев, В., Гармаш, Ю. Эффективность системы зажигания с адаптивным силовым преобразователем. Мир транспорта. - 2014. - № 3. С. 42-45.
- 3 Гармаш, Ю., Шевченко, Н., Михневич, Л. Новый автомобильный регулятор напряжения в бортовой сети АТС /Автомобильная промышленность. - 2006. № 9. - С. 16 - 17.
- 4 Регулятор напряжения: Патент 2277748 Рф МПК7 Н 02 П 9/30 Н 02 J 7/14. / Карабанов С., Гармаш Ю. Ясевич В., Белов А., Голиков А.; Заявитель и патентообладатель открытое акционерное общество "Рязанский завод металлокерамических приборов". № 2004115011; Заявл. 17.05.2004; опубл. 10.06.2006, в. 16.
- 5 Айзенсон, А., Гармаш, Ю., Пономарева, И., Ясевич, В. Регулятор скорости вентилятора отопителя. Автомобильная промышленность. – 2004. - № 11. С. 21 – 22
- 6 Гармаш, Ю., Сарбаев, И. Управление электроприводом постоянного тока. ISBN: 978-3-659-15763-9. монография - LAP - GmbH. Саарбрюккен, Германия. - 2012. -132 С.
- 7 Кадуцкий, А., Русу, А. Анализ электрических процессов в импульсных преобразователях постоянного напряжения с широтно-импульсным регулированием. Электричество. - 2005. № 9. - С. 43-54.

- 8 Белов, Г., Серебрянников, А., Павлов, А. Синтез одноконтурной системы управления понижающими импульсными преобразователями. Практическая силовая электроника. - 2013. - № 2 (50). - С. 26-33.
- 9 Астахова, Н. В., Казанцев, Ю. М. Формирование управляющих импульсных преобразователей напряжения на основе уравнения энергетического баланса. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. -2010. -Т. 1. - № 6. - С. 184-186.
- 10 Дудкин, М., Цытович, Л. Число импульсно-интегрирующие фазосдвигающие устройства для систем управления бесщеточными преобразователями. Электротехника. - 2015. - № 12. - С. 45-49.
- 11 Лукин, А., Кастро, М., Крючков, В. Цифровое управление импульсными преобразователями напряжения. Практическая силовая электроника. - 2007. - №26. - С. 4-8.
- 12 Пеньков, А., Строев, Н., Строев, К. Подходы к построению алгоритмов цифрового управления импульсными преобразователями на основе энергетического баланса. Вестник МЭИ. - 2009. - №5. - С. 66-73.
- 13 Демкин, Д., Козель, А., Годовников, Е. Использование среды "MATCAD" для синтеза регуляторов в системе управления импульсными понижающими преобразователями напряжения. Информационные системы и технологии. - 2006. - № 1-2. - С. 47-51.
- 14 Колоколов, Ю., Моновский, А. Обеспечение контроля качества импульсных преобразователей на основе прогнозирования нелинейной динамики. Электротехника.- 2012. - № 6. - С. 28-33.
- 15 Михеенко, А. Импульсные преобразователи постоянного тока. Время науки. - 2017. - № 1 (37). - С. 277-280.
- 16 Сарбаев, В., Гармаш, Ю., Блиникова, Л. Регенеративный амортизатор. Журнал машиностроения. 2016., - №8 - с. 52-54. ISSN 0042-4633.
- 17 Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] / В. Е. Ютт-Изд. 4-е, переизд. и добавим. - М.: Горящая линия-телеком. - 2006 – - 440 п.
- 18 Данов, Б. А. Электрооборудование военной автомобильной техники [Текст]: учебное пособие. для военных. университеты / Б. А. Данов, В. Д. Рогачев, Н. П. Шевченко. Министерство обороны Российской Федерации, Рязань. военный. automb. in-t. – Рязань: Военный. авто. в-т. -2005 – - 598 с.
- 19 Квайт, С. М. Пусковые качества и пусковые системы тракторных двигателей [Текст] / С. М. Квайт, Ю. П. Менделевич, Ю. П. Чижков. - М.: Машиностроение. - 1990. - 256 с.
- 20 Шеховцев, В. И. Исследование эксплуатационной надежности и работы систем зажигания легковых и грузовых автомобилей [Текст]: Дис. ... Канд.техн. наук / В. И. Шеховцев.... Кандидат технических наук: 05.05.03: - защищено 14.07.63 / Шаховцев Владимир Иванович. - М.: - 1963. - 197 с. Библиогр.: с. 180-197.
- 21 Данов, Б. А. Электронное оборудование иномарок [Текст]: Системы управления двигателем / Б. А. Данов, Е. И. Титов. - М.: Транспорт. - 1998. - 76 с.
- 22 Миловзоров, В. П. Дискретные стабилизаторы и формирователи напряжения [Текст] / В. П. Миловзоров, А. К. Мусолин-М.: Энергоатомиздат. - 1986. - 247 с.
- 23 Интегральные схемы. Микрочипы для коммутации источников питания и их применение [Текст] - М.: Додека. - 2000. - 608 с.
- 24 Jong-Lick, Lin. Dynamics and control of ZCZVT boost converters [текст] / L. Jong-Lick, у. Chun-Hatao//IEEE Trans. Circuits and Syst. (Sec.) 2. - 2005. -V. 52. - № 9. - P. 1919-1927.
- 25 Ayst, J. Voltage control current switch with short circuit protection [текст] / J. Ayst // Electron. World. - 2005. - V.111. - №1833. - P. 52-53.

Лопатин Е. И., к. т. н., доцент,  
заведующий кафедрой «Энергетики и сервиса», Современный  
технический университет, г. Рязань, Колчанов Д. Н., Петраков Н. В.,  
Косенков Н. А., студенты магистратуры направления подготовки  
«Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического университета

## К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Рассматривается задача достижения максимальной энергоэффективности технологических комплексов «индукционная нагревательная установка – обработка металла давлением». Оптимизация индукторов производится с учетом параметров деформирующего оборудования (пресс, прокатный стан). Анализируются особенности индукционного нагрева тел прямоугольной формы, например, слябов под прокатку. Здесь возникают тепловые и электродинамические проблемы.

We consider the problem of maximum efficiency of technological complexes "induction heating – metal treatment by pressure". Optimization of inductors is made taking into account the parameters of the deforming equipment (press, rolling mill). Was analyzed the characteristics of the induction heating bodies of rectangular shape, for example, the slab before rolling. Here, in contrast to the heating of cylindrical billets, thermal and electrodynamic problems arise.

**Ключевые слова:** деформация, нагрев, индуктор, краевой эффект, вибрации.

**Key words:** deformation, heating, inductor, edge effect, vibration.

В технологиях нагрева металла для горячего пластического деформирования наиболее перспективно применение индукционного нагрева. При этом всегда ставится задача достижения максимальной энергоэффективности технологических комплексов «индукционная нагревательная установка (ИНУ) – обработка металла давлением (ОМД)». Традиционный путь выполнения такой задачи состоит в решении локальных задач оптимизации отдельно для нагревательной установки и деформирующего оборудования в жестких рамках заданных технологических инструкций, формируемых за пределами этих задач. Качественно более широкие возможности появляются при совместной оптимизации этих процессов, преследующей достижение предельных значений экономического показателя работы комплекса в целом. Здесь целесообразен системный подход, когда ИНУ рассматривается в едином комплексе с ОМД [1].

С точки зрения конструкции ИНУ в работе исследования ограничиваются двумя основными формами нагреваемых заготовок - прямоугольной и цилиндрической, а из наиболее распространенных видов горячей ОМД в металлургическом производстве рассматриваются прокатка (слябинг) и прессование [2]. При этом система индукционного нагрева

включает: ИНУ, источник питания, системы электроснабжения и управления. Определяющая роль температурного фактора позволяет описать комплекс «ИНУ-ОМД» поведением температурного поля обрабатываемого металла на соответствующих стадиях технологического процесса. В общем случае это уравнение Фурье-Кирхгофа, отражающее на первой стадии нагрев металла в индукторе, на второй - его охлаждение при транспарировании к деформирующему оборудованию, и на третьей - температурное поле в процессе ОМД. Из всех затрат при функционировании комплекса «ИНУ-ОМД» преобладающее значение имеют затраты на нагрев. Так, расход электроэнергии при индукционном нагреве алюминиевых сплавов в среднем равен - 280 кВт.ч/т, расход энергии на деформацию для обжимных станов – до 80 кВт.ч/т, при прессовании – до 50 кВт.ч/т. [3]. Если индукционный нагрев цилиндрических тел, которые в основном являются заготовками при прессовании, довольно хорошо изучен, то при использовании индукционного нагрева в листопрокатном производстве возникает ряд особенностей. Были проведены исследования на промышленной частоте тока температурных полей алюминиевых слябов толщиной 0,3 - 0,5 м, характерной, например, для Самарского металлургического завода.

Как показали исследования, распределение удельной плотности внутренних источников тепла для этих двух сплавов имеет резко отличный характер. Так, в случае алюминиевых слябов угловые зоны и ребра всегда будут иметь положительный температурный градиент по сравнению с серединами граней. В случае титановых слябов наблюдается обратная картина. Причина заключается в разных значениях для этих сплавов величины удельного электросопротивления и соответственно глубины проникновения тока. Это явление, характеризующее тепловыделение в прямоугольной области, вызывает, наряду с продольным краевым эффектом, ослаблением магнитного поля на концах любых заготовок (прямоугольных и цилиндрических), вызывает также поперечный краевой эффект [4]: появление градиентов температуры по периметру поперечного сечения заготовки. Степень проявления этого эффекта зависит от электрических и теплофизических свойств нагреваемого металла, размеров поперечного сечения, частоты тока индуктора и величины тепловых потерь. Так, на промышленной частоте тока это приводит к тому, что у алюминиевых слябов угловые зоны перегреваются по сравнению с центральными, а у титановых – наоборот. Другое характерное явление, характеризующее индукционный нагрев прямоугольных тел, заключается в том, что электромагнитные процессы в системе «индуктор-металл» характеризуются не только выделением тепловой энергии в заготовке и индукторе, но и объемной плотностью электромагнитного поля и связанными с ней электродинамическими усилиями. Если в плавильных печах электродинамические силы играют положительную (могут улучшить перемешивание жидкого металла), то при индукционном нагреве под деформацию механическое проявление электромагнитной энергии играет

резко отрицательную роль, так как возникает проблема устойчивости конструкций индукторов против вибраций, появляющихся под действием электродинамических сил. Особенно остро эта проблема проявляется при индукционном нагреве прямоугольных заготовок [5]. В индукторах для нагрева цилиндрических заготовок отсутствуют условия для возникновения значительных вибраций (круглое поперечное сечение обладает большой естественной жесткостью), а в индукторах прямоугольной формы необходимо принимать во внимание малую устойчивость прямолинейных участков обмотки индуктора. Причем суть проблемы представляет не механическая прочность медной трубки индуктора, поскольку возникающие напряжения изгиба гораздо меньше допустимых для меди, а сильная вибрация и сопровождающий ее шум, которые, если не принимать специальных мер, значительно превышают санитарные нормы для производственных помещений. Исследования показали, что при одинаковой удельной мощности наибольшее давление будет испытывать обмотка индуктора, предназначенного для нагрева немагнитных металлов с малым удельным электросопротивлением. Типовым в этом отношении является нагрев алюминиевых слябов на промышленной частоте. В самом общем случае для определения распределённых усилий по всему индуктору был использован закон Био-Савара-Лапласа, который позволяет найти вектор магнитной индукции в электрических системах любой сложности и тем самым определить настил тока в слябе. Затем, разбив заготовку на конечное число прямоугольных контуров и определив значения токов в этих контурах, а также найдя значение тока в обмотке индуктора с учетом взаимоиндуктивности, рассчитанной по известной формуле двух коаксиальных прямоугольников по методу ряда Тейлора, определены электродинамические усилия, как на обмотку индуктора, так и на поверхность заготовки. При исследовании вибродинамической модели индуктора была синтезирована форма оптимальной оболочки индуктора по критерию минимального шумоизлучения (максимальной жесткости).

Исследована индукционная установка промышленной частоты мощностью 1500 кВт для нагрева алюминиевого сляба размерами 0,3х1,24х2,4 м. Обмотка индуктора, выполненная медной трубкой 26х32 мм со смещенным отверстием диаметром 18 мм, армирована стеклопластиком и заключена в бетонные блоки оптимальной формы. Шум такой установки не превышал 65 дБ, а без бетонных блоков достигал 125 дБ.

И, наконец, для индукционного нагрева крупногабаритных алюминиевых слябов по энергетическим и технологическим соображениям вполне приемлема промышленная частота тока. В этом случае возникает проблема электромагнитной совместимости напряжений питания индукторов и трехфазной системой электроснабжения. Эта проблема рассмотрена в [6].

Действительно энергоэффективный технологический комплекс «ИНУ - деформация» можно спроектировать только с учетом его системы электроснабжения (СЭС). Под энергоэффективным проектированием СЭС

комплекса ИНУ понимается построение наиболее экономичного ее варианта при соблюдении технических условий, накладываемых как элементами СЭС, так и потребителями ИНУ. В качестве экономического критерия энергоэффективности целесообразно принимать суммарные приведенные затраты на СЭС, которые определяются технологическими, электротехническими и топологическими параметрами. К технологическим относятся: технологическая схема процесса «ИНУ – деформация» с указанием режимов работы, количества и мощности ИНУ, частоты тока, требований к надежности электроснабжения и регулированию мощности; к электротехническим: напряжение и число фаз (при частоте 50 Гц) ИНУ, количество и мощность источников питания, компенсирующих устройств, конструктивное исполнение сети; к топологическим: координаты расположения ИНУ, источников питания, компенсирующих устройств, а также конфигурация сети.

#### Список использованной литературы

- 1 Егиазарян, А. С. Комплексный подход к оптимальному проектированию индукционных нагревательных установок / А. С. Егиазарян, Л. С. Зимин // Изв. вузов. Электромеханика. – 2014. – № 5. – С. 63 - 67.
- 2 Зимин, Л. С. Ключевые проблемы при эксплуатации индукционных нагревателей / Л. С. Зимин, А. С. Егиазарян // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2017. – №1 (53). – С. 179-182.
- 3 Зимин, Л. С. Особенности индукционного нагрева алюминиевых сплавов / Л. С. Зимин, А. С. Егиазарян // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2016. – № 2 (50). – С. 203 - 208.
- 4 Егиазарян, А. С. Поперечный краевой эффект при индукционном нагреве / А. С. Егиазарян, Л. С. Зимин // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2010. – Вып. – № 7 (28). – С. 231 - 233.
- 5 Зимин, Л. С. Acoustic and vibration problems at induction heating. HIS-98. Proceedings of International Induction Heating Seminar – Padua (Italy), 1998, – P. 499 - 505.
- 6 Егиазарян, А. С. Анализ режимов электроснабжения индукционных установок / А. С. Егиазарян // Изв. вузов. Электромеханика. – 2011. – №3. – С. 74 – 76.

Лопатин Е. И., к. т. н., доцент,  
заведующий кафедрой «Энергетики и сервиса», Современный  
технический университет, г. Рязань, Костенко В. А., Панкин К. Г., Попов Д.  
С., студенты магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и  
электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского  
политехнического университета

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ**

**Ключевые слова:** лабораторный стенд, твердотельный регулятор напряжения, исследовательские испытания, измерительные датчики, промышленные контроллеры, сенсорная графическая панель.

**Key words:** laboratory stand, solid-state voltage regulator, research tests, measuring sensors, industrial controllers, touch screen panel.

Лабораторный стенд предназначен для проведения исследовательских испытаний силовой части экспериментального образца твердотельного регулятора напряжения (ТРН), замера и отображения входных и выходных параметров ТРН, для проведения исследовательских испытаний и отладки системы управления экспериментального образца ТРН.

Функциональная схема лабораторного стенда представлена на рис. 1. Регулятор напряжения формирует регулируемые по фазе и величине напряжения, которые через вольтодобавочные трансформаторы TV1-TV3 добавляются к напряжениям сети A1, B1, C1 и создают требуемые напряжения в узле сети с источником энергии ИЭ2. Тем самым регулируются потоки электроэнергии между источником энергии A1-C1 и источником энергии ИЭ2. Твердотельный регулятор напряжения выполнен на ключевых элементах (тиристорах или транзисторах) и имеет систему управления, формирующую нужные по величине и фазе напряжения на первичных обмотках вольтодобавочных трансформаторов.

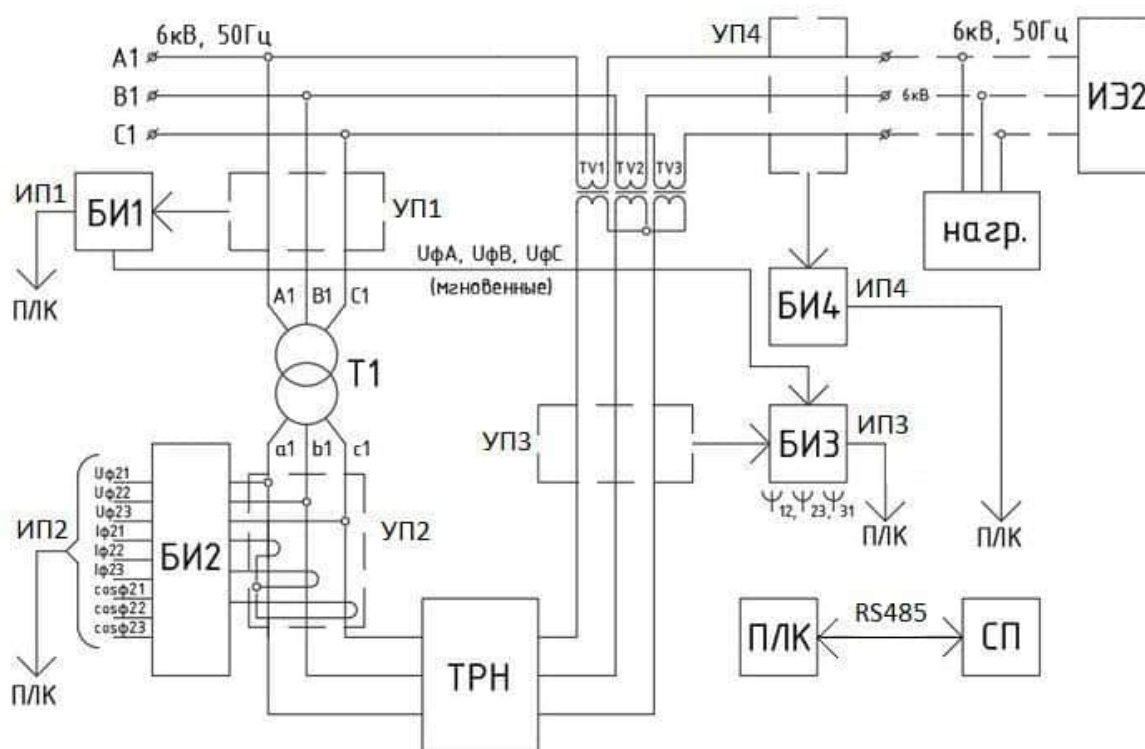


Рисунок 1 - Функциональная схема лабораторного стенда

Лабораторный стенд содержит набор блоков измерителей БИ1-БИ4, на выходе которых формируется набор измеряемых параметров ИП фаз источника энергии A1-C1, на входе и выходе ТРН, а также в узле сети с источником энергии ИЭ2. Каждый БИ состоит из нескольких промышленных



сертифицированных датчиков, обеспечивающих контроль напряжений фаз и токов в фазах источников энергии в различных точках экспериментального образца ТРН, а также контролирующих фазовые углы между напряжениями и токами. Все датчики подключаются через соответствующие устройства подключения УП1 - УП4. Измеренные величины с выходов датчиков через аналого-цифровые преобразователи (АЦП) поступают в промышленный контроллер (ПЛК), который вычисляет все остальные энергетические показатели при работе ТРН (активную, реактивную и полную мощности). Вычисление части показателей с помощью контроллера уменьшает количество датчиков и трасс по передаче информации от них к контроллеру. Все показатели выводятся на экран сенсорной графической панели (СП). Промышленный контроллер определяет также выход измеряемых величин за допустимые границы и выдает предупреждающие сигналы на экран сенсорной панели. Измерение напряжений, токов, фазовых углов, активной, реактивной и полной мощностей выполняется с помощью аппаратно - программных средств. Аппаратные средства представляют собой набор сертифицированных промышленных датчиков напряжений, токов и  $\cos\varphi$ , подключенных на входе и выходе ТРН. Имеется дополнительная собственная разработка на микроконтроллере для измерения фазовых углов между напряжениями исходной сети 6 кВ и сети с вольтодобавкой. Информация от датчиков через АЦП передается в промышленный контроллер, который обрабатывает результаты измерений, масштабирует их и передает на сенсорную графическую панель. Промышленный контроллер определяет также выход измеряемых величин за допустимые границы и выдает предупреждающие сигналы. В качестве контроллера выбран хорошо зарекомендовавший себя в различных применениях контроллер тайваньской фирмы Fatek типа FBs-32MC со встроенным блоком питания 24 В. Питается контроллер непосредственно от однофазной сети 220 В. Программирование контроллера осуществляется с помощью сервисной программы WinProladder.

Аналого-цифровые преобразователи являются модулями расширения для контроллера. В качестве АЦП выбраны шестивходовые модули расширения типа FBs-6AD. На аналоговые входы модулей подаются от датчиков стандартные сигналы напряжения 0-10 В или тока 4-20 мА.

В контроллер встроена интерфейсная плата с двумя портами связи RS485, через которые он связан с сенсорной панелью. Сенсорная графическая панель служит для индикации измеряемых величин и отображения на экране в цифровом виде основных параметров на входе и выходе силовой части ТРН. В качестве сенсорной панели выбрана сенсорная графическая многоцветная панель тайваньской фирмы WEINTEK типа MT8104IN. Панель является многостраничной и может иметь до 2000 экранов. Программирование экранов сенсорной графической панели осуществляется с помощью сервисной программы EasyBuilder 8000. На экранах графической панели обеспечивается индикация рабочих, аномальных и аварийных режимов. Вид главного рабочего экрана и экрана

для отображения параметров высоковольтной части ТРН представлен на скриншотах – рис. 2 и рис. 3.

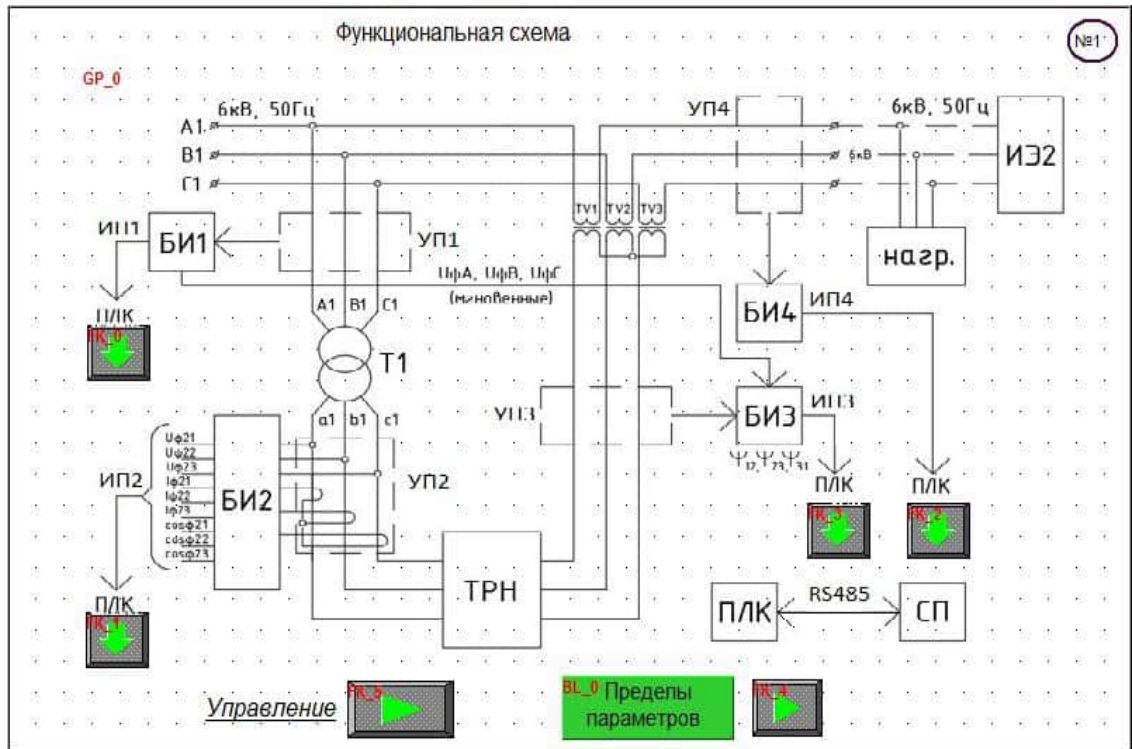


Рисунок 2 - Первый экран графической панели

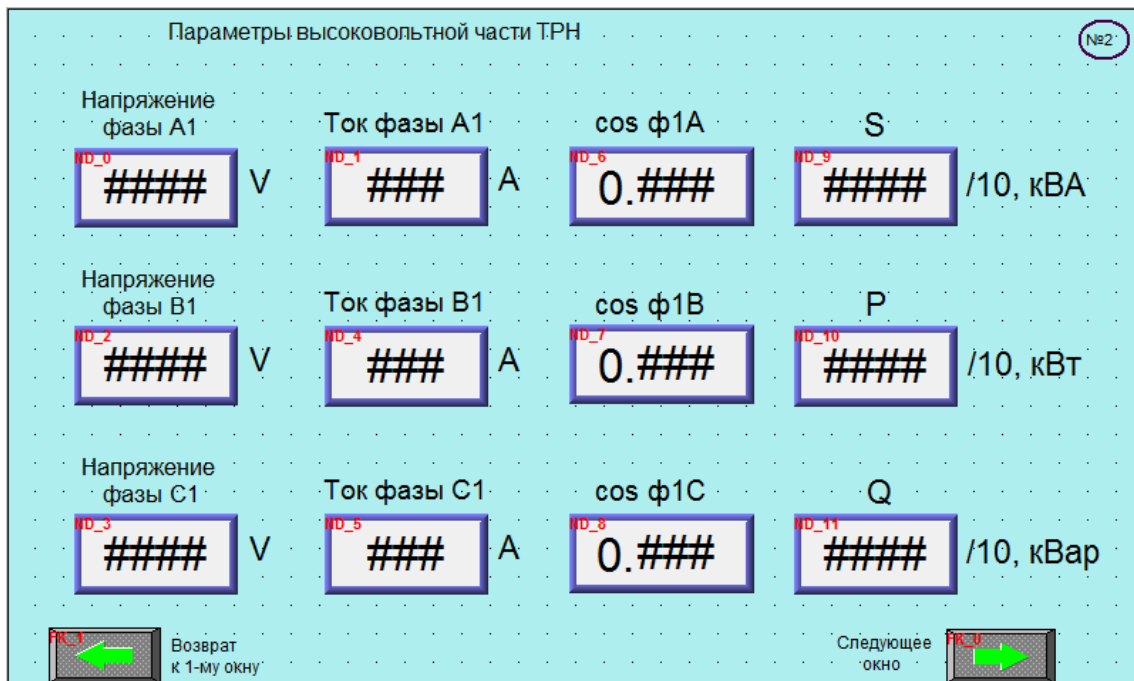


Рисунок 3 - Второй экран графической панели

Аналогично выглядят и остальные экраны. Всего их семь. На флэш - карте создается архив всех основных измеренных величин.

Для измерения фазовых углов между напряжениями исходной сети 6 кВ и сети с вольтодобавкой разработана схема на микроконтроллере ATmega328P. Принцип измерения смещения напряжения фазы построен на измерении времени между передними фронтами импульсов, получаемых микроконтроллером на входах от фазы А, фазы В и фазы С. Значение разности фаз может быть как с положительным, так и с отрицательным знаком. На рис. 2 показан случай положительного значения смещения напряжения фазы А, а на рис. 3 - случай отрицательного смещения.

Измеренное смещение фазы напряжения каждой из трех фаз программа преобразует в аналоговый сигнал посредством ШИМ и RC-фильтра. Этот сигнал меняется в диапазоне от 0 до 5 В. Он пропорционален измеренному значению смещения фаз, увеличенному по амплитуде на 2,5 В., т.е. нулевому смещению фаз соответствует значение выходного сигнала 2,5 В, смещению 180 эл. соответствует значение 5 В и значению -180 эл. соответствует 0 В.

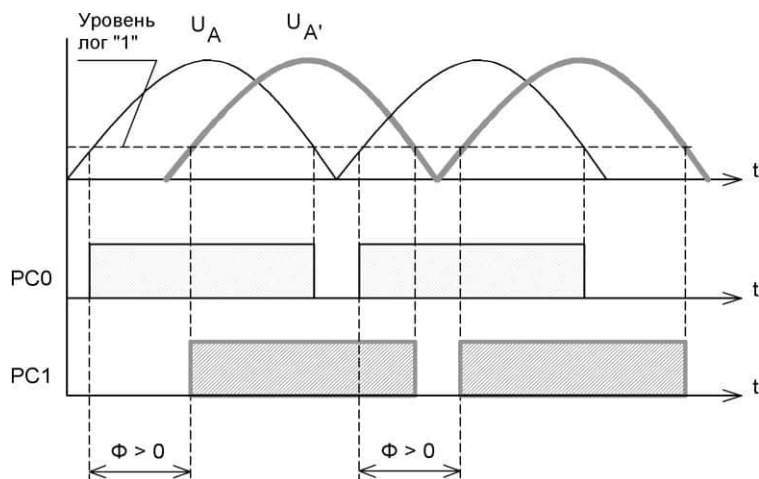


Рисунок 4 - Положительное смещение напряжения фазы А

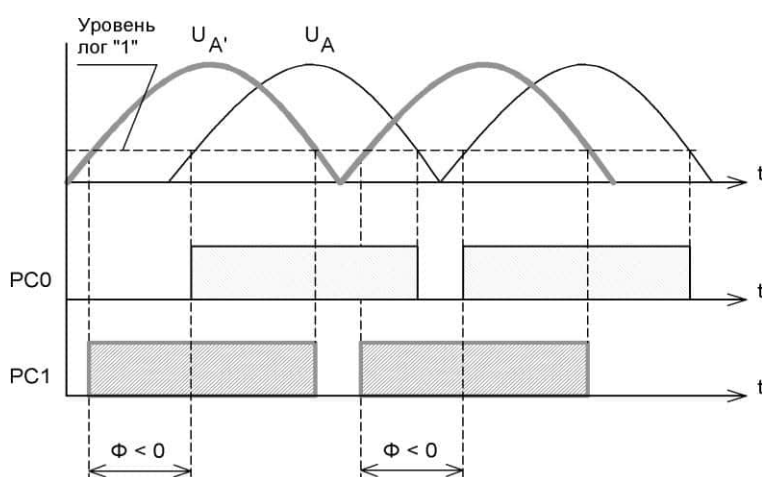


Рисунок 5 - Отрицательное смещение напряжения фазы А

На рис. 6 представлен эскиз конструкции лабораторного стенда.

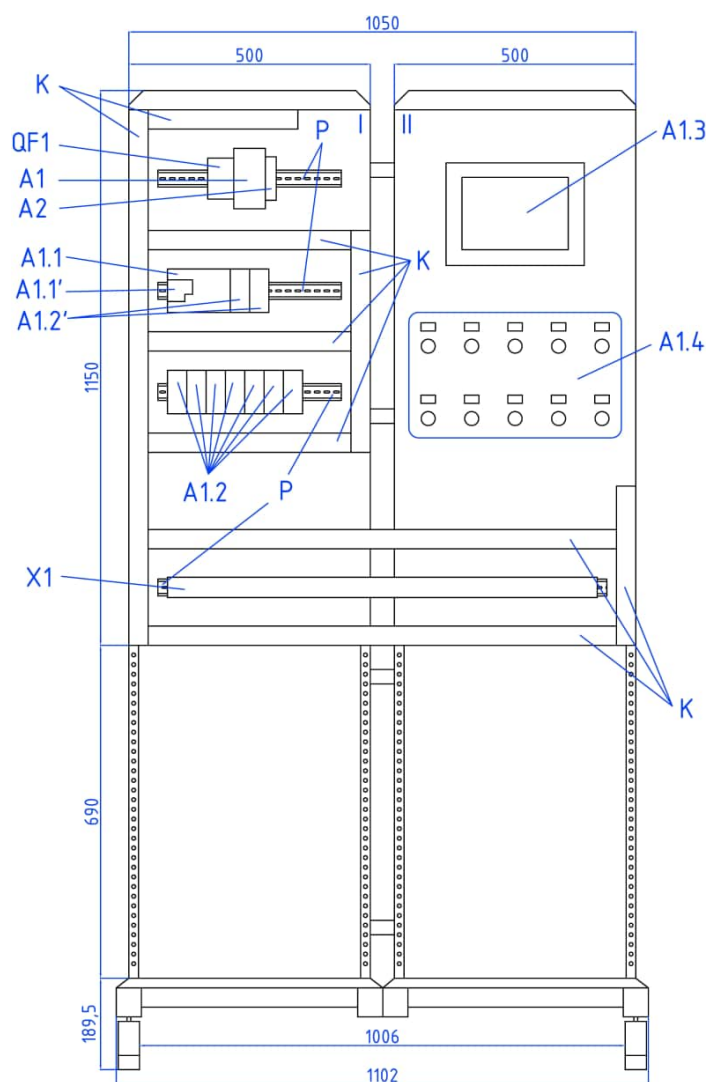


Рисунок 6 - Эскизный чертеж лабораторного стенда:

I и II – монтажные панели лабораторного стенда; QF1 – автоматический выключатель; A1 – блок питания 24 В; A2 – блок питания 5В; A1.1 – контроллер; A1.1' – плата связи; A1.2– блок АЦП; A1.2' – блок ЦАП; A1.3 – сенсорная графическая панель; A1.4 – панель сигнальных ламп; X1 – клеммник; К – кабель-канал; Р – дин-рейка

#### Список использованной литературы

- 1 AutoCAD 2018, версия 22.0, релиз 32, дата выпуска 22.03.2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.ru/> WinProladder, версия 3.22, build 16630.Simulatorv1.2, build 131019. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fatek.com/en/technical.php?act=software&catId=10>
- 2 EasyBuilder8000, версия 4.65.18, build 2015.07.23. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.weintek.net/easybuilder8000.html>
- 3 Парр, Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера: [пер. с англ.] / Э. Парр. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 516 с.
- 4 Андреев, Е. Б. Scada-системы Взгляд изнутри / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. – М.: РТСофт, 2004. – 176 с.

Лопатин Е. И., к. т. н., доцент,  
заведующий кафедрой «Энергетики и сервиса», Современный  
технический университет, г. Рязань, Старков П. В., Губарев А. П., Котляр П.  
А., студенты магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и  
электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского  
политехнического университета

## ВИРТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Ключевые слова:** виртуальная электростанция, система управления, распределенная энергетика, возобновляемые источники энергии, умные сети, ветрогенерирующая установка, газопоршневая установка.

**Key words:** virtual power plant, control system, distributed energy, renewable sources of energy, smart grid, wind power generator, gas-piston engine.

Одним из магистральных направлений развития электроэнергетики России, в соответствии с Энергетической стратегией на период до 2035 г. [1], является развитие «умных сетей» (Smart Grids), интеллектуальной распределенной энергетике, потребительских сервисов и «энергетического интернета» в рамках реализации «дорожной карты» «Энерджинет» Национальной технологической инициативы. Инновационной энергетической концепцией, обеспечивающей решение ряда современных энергетических проблем, служит «виртуальная электростанция».

Виртуальная электростанция выступает в роли агрегатора установок распределенной генерации посредством общей системы управления их режимами. Данное объединение обеспечивает максимальную оптимизацию и эффективность работы системы электроснабжения, учет накопителей энергии для компенсации неравномерности режимов работы распределенных возобновляемых источников энергии, а также стимулирование потребителей к активному участию в формировании розничного рынка электроэнергии (управление спросом посредством участия в регулировании графика нагрузки).

Важная часть виртуальной электростанции – система управления, основная задача которой в управлении перераспределением потоков мощности между генерирующими установками и накопителями, с одной стороны, и потребителями, с другой, тем самым обеспечивая баланс мощностей в системе. Помимо технических параметров, система управления учитывает прогнозируемые данные о динамике цен на рынке и погодных условий.

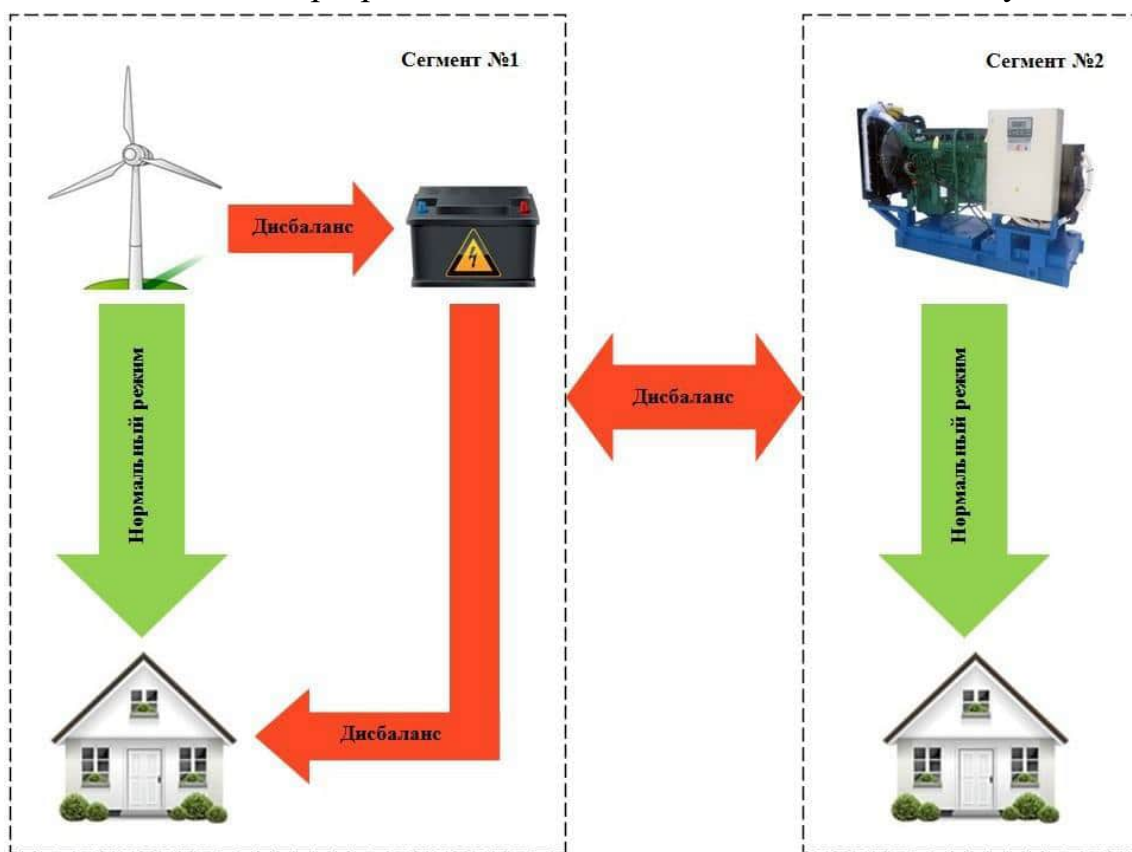
Структурная схема рассматриваемой системы электроснабжения представлена на рисунке 1.

Система электроснабжения состоит из двух сегментов. В первый сегмент входит возобновляемый источник энергии (ветрогенератор) и

накопитель электрической энергии (аккумуляторная батарея), во второй – маневренный источник энергии – газопоршневая установка (ГПУ).

В нормальном режиме ветрогенератор и ГПУ работают на свою группу потребителей. При нарушении равенства между генерацией и потреблением в каком-либо из сегментов система управления начинает поиск его оптимального устранения за счет перераспределения потоков мощности.

С целью исследования и анализа различных алгоритмов управления агрегированными источниками распределенной энергетики возникает первоочередная необходимость в создании имитационной модели каждого элемента системы: ветрогенерирующая установка, ГПУ и нагрузка (потребитель электроэнергии). При этом разработанные имитационные модели должны иметь возможность аппаратной реализации, то есть реализации логики и алгоритмов работы на физических устройствах. Учитывая это, разработка имитационной модели осуществлена в



программном комплексе LabVIEW [2].

Рисунок 1 - Структурная схема исследуемой системы электроснабжения

В статье представлены результаты разработки имитационной модели ветроэнергетической установки (ВЭУ), предназначенной для использования при разработке системы управления виртуальной электростанцией [3]. Ввиду ограниченного количества информации о паспортных данных ВЭУ в основу

моделирования были положены уравнения, выведенные по эмпирическим данным [4 - 6].

Модель в LabVIEW состоит из двух компонентов: лицевая панель и блок-диаграмма. Лицевая панель – это интерфейс, с помощью которого возможен ввод пользовательских данных, а также вывод результатов в понятном для пользователя виде. Блок - диаграмма отражает алгоритмы, имитирующие работу моделируемого объекта [7]. Внешний вид лицевой панели программно зависим, то есть изменяется в зависимости от текущих входных данных программы. Так, при мощности на валу ветродвигателя, недостаточной для выработки электроэнергии, возможность ввода величины нагрузки скрыта от пользователя.

На рисунке 2 в качестве примера показан внешний вид лицевой панели при скорости ветра от 11 до 25 м/с.

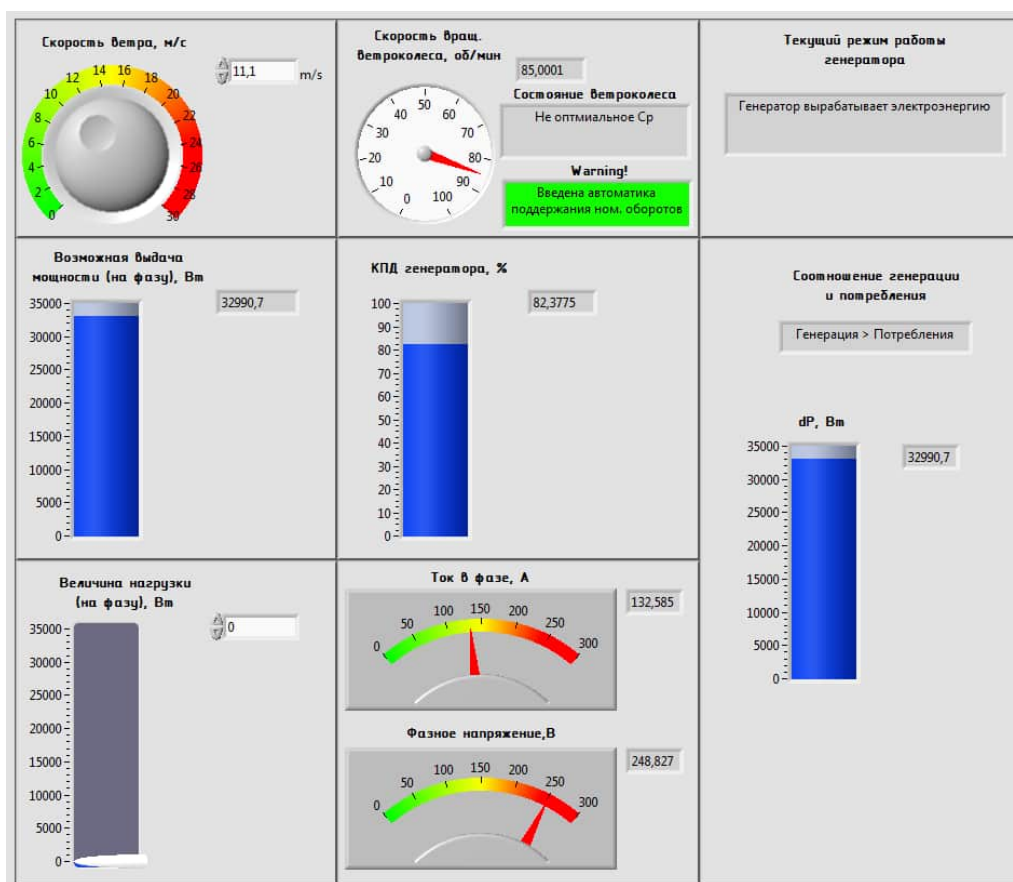


Рисунок 2 - Внешний вид лицевой панели виртуального прибора модели ветрогенератора при скорости ветра от 11 до 25 м/с

На рис.3 представлен полученный с помощью модели график зависимости выдаваемой генератором мощности от скорости ветра. Сравнение полученных зависимостей параметров работы ВЭУ от скорости ветра с аналитическими характеристиками позволяет сделать вывод о корректности ее работы.



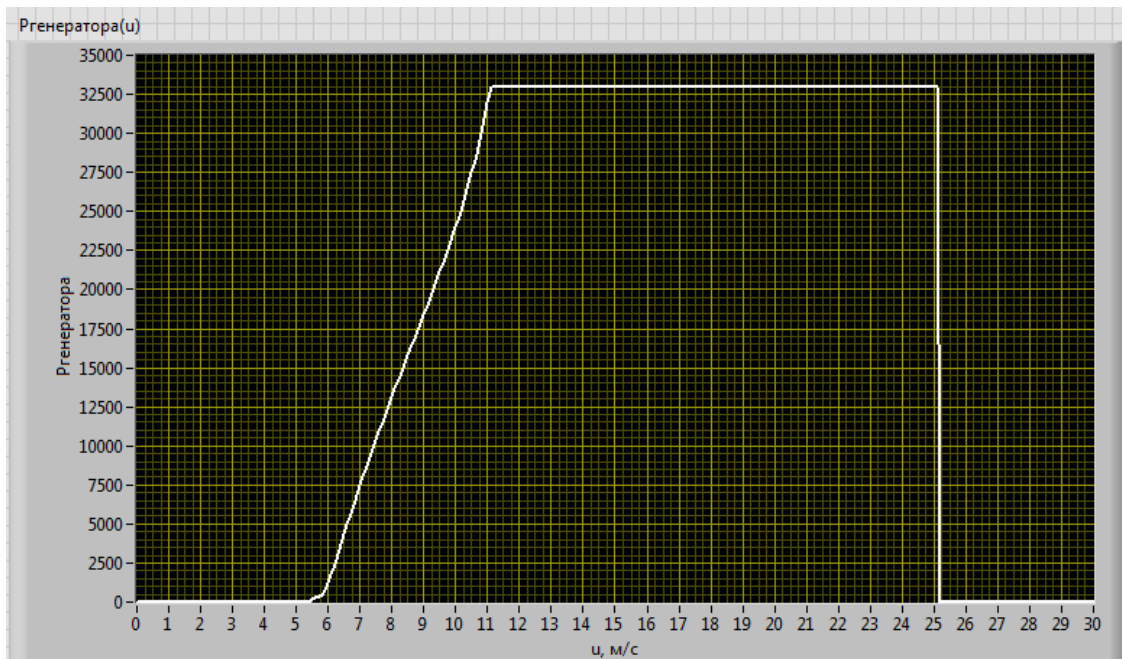


Рисунок 3 - График зависимости выдаваемой генератором мощности от скорости ветра

Работу ВЭУ можно разделить на четыре зоны. В зоне 1  $P_G = 0$  по причине недостаточной мощности, развиваемой валом ветродвигателя. Зона 2 соответствует рабочему режиму ( $P_G > 0$ ) с оптимальным коэффициентом использования ветра ( $C_p$ ), в отличие от зоны 3, где ВЭУ работает с введенной в работу автоматикой поддержания номинальных оборотов. В зоне 4 ветроколесо выведено из работы, так как скорость ветра выше предельно допустимой.

Таким образом, представленная имитационная модель ВЭУ позволила определить условия, обеспечивающие оптимальные параметры режима работы установки. Разработанная модель в дальнейшем будет использована при разработке системы управления виртуальной электростанцией и отработке алгоритмов управления.

#### Список использованной литературы

- 1 Энергетическая стратегия России на период до 2035 года: Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. – [Электронный ресурс] URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026/>
- 2 Трэвис, Дж. Labview для всех / Дж. Трэвис, Дж. Кринг. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
- 3 Кирпичникова, И. М. Преобразование энергии в ветроэнергетических установках / И. М. Кирпичникова, А. С. Мартьянов, Е. В. Соломин // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. – № 1. – С. 93–97. Балагуров, В. А. Электрические машины с постоянными магнитами. / В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галтеев. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 220 с.
- 4 Кривцов, В. С. Ветроэлектрогенераторы: учебник / В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2003. – 400 с.



5 Легошин, Д. В. Экспериментальное определение характеристик синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов / Д. В. Легошин, С. В. Губин // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 45. – С. 299 – 302.

6 Суранов, А. Я. Labview 8.20: справочник по функциям / А. Я. Суранов. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

Лопатин Е. И., к. т. н., доцент,  
заведующий кафедрой «Энергетики и сервиса», Современный  
технический университет, г. Рязань, Старков П. В., Губарев А. П., Котляр П.  
А., студенты магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и  
электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского  
политехнического университета

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, вдольтрассовые потребители, автономное электроснабжение, ветроэнергетическая установка, оптимизация.

**Key words:** renewable energy sources, along-route consumers, autonomous power supply, wind power installation, optimization.

Развитие отечественного топливно-энергетического комплекса (ТЭК) стимулируют расширение масштабов исследований, направленных на экономию традиционных углеводородных источников электроэнергии (ТИЭ) [1, 2] и поиск новых стратегий энергоэффективного обеспечения потребителей с привлечением возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [3 - 5].

Особенность географического положения Российской Федерации и наличие больших территорий с низкой плотностью населения 20 млн. чел. (около  $\frac{2}{3}$ ), а также огромная сеть газонефтепроводов и газонефтехранилищ обуславливает необходимость автономного энергообеспечения данных районов. В качестве автономных источников электроэнергии (АИЭ) здесь использовались дизельные электростанции и котельные агрегаты на угле, мазуте или другом топливе. Однако эти средства энергообеспечения становятся сегодня все более затратными с тарифами на электроэнергию до 100 руб./кВт·ч и неэкологичными [6, 7]. Вместе с тем, в отечественной и мировой электроэнергетике уже накоплен большой опыт создания ВИЭ как альтернатива или в сочетании с углеводородными. Суммарная мощность ВЭУ в мире достигла 194 ГВт с КПД до 0,593 и выработкой более 430 ТВт·ч в 2018 г.

Среди всего многообразия АИЭ и ВИЭ в условиях географических и климатических особенностей территории Российской Федерации наибольшее распространение получили разработки ВЭУ, ветряных ферм (станций) и ветро- дизельных энергоустановок (ВДЭУ). Это связано с известными преимуществами их перед другими типами ВИЭ: низкие капитальные

затраты и эксплуатационные расходы, высокие показатели КПД, надежности и наработки на отказ, отсутствие расхода углеводородного топлива и экологически вредных выбросов и шума. Наконец, средства автоматизированного управления и регулирования [8, 9] позволяют обеспечить оптимальные режимы генерирования, энергосбережения, мониторинга и устойчивости работы систем электроснабжения (СЭС) для удаленных потребителей.

### Анализ требований к СЭС вдольтрассовых потребителей

Основными вдольтрассовыми потребителями электроэнергии являются: установки электрохимической защиты, контролируемые пункты линейной телемеханики, оборудование радиорелейной связи, газоизмерительные станции, узлы запуска очистных устройств, газораспределительные станции и др. Суммарная мощность этих потребителей достигает по разным газотранспортным предприятиям от 0,25 до 9 МВт, а протяженность вдольтрассовых ЛЭП от 150 – 4800 км. Подобный разброс параметров предполагает при проектировании СЭС каждого участка индивидуальный адаптированный подход к формированию источников и схемы АИЭ.

Структурообразование современных СЭС линейными потребителями МГ определяется их индивидуальными особенностями, среди которых главными являются: значительная протяженность газопроводов и дифференциация расположения объектов электропитания по трассе; удаленность их от существующих внешних энергоисточников и централизованных электросетей; малые электрические нагрузки линейных потребителей (2 – 40 кВт).

Надежность СЭС линейных потребителей – главный фактор, обеспечивающий стабильное и безаварийное состояние газотранспортных систем. В районе размещения площадок ВТП, где отсутствуют ВЛ 6(10) кВ, применяются полностью автономные системы, основным источником электроснабжения является пароэнергоустановка ORMAT, резервным источником может выступать ДЭС, ВТЭ и др. (рис. 1).

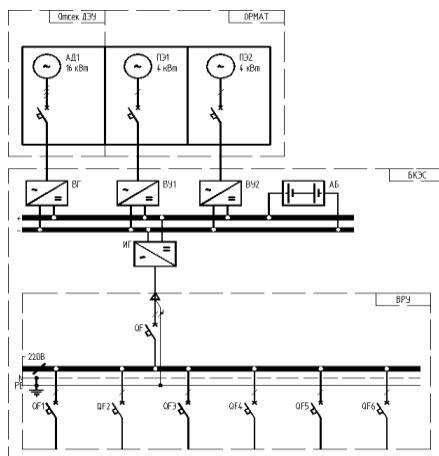


Рисунок 1 - Схема и фото источников электроснабжения с АИЭ

Независимое (автономное) электроснабжение с питанием от АИЭ на основе топливного газа требует существенно меньше капитальных затрат, но обладает зависимостью от наличия топливного газа и требуется мониторинг состояния работы [10 - 12].

### Оптимизация ВЭУ для СЭС автономных потребителей

Исходя из стохастического характера амплитудно-частотных характеристик ветрового потока при законе распределения Вейбулла - Гудрича скоростей ветра (рис. 2) на объемы и качество выработки электроэнергии ВЭУ влияет обоснованный выбор параметров синхронного генератора (СГ) ( $P_{уст}$ ,  $\omega_0$ ) и работа ветротурбины в оптимальных точках скоростей ветра.

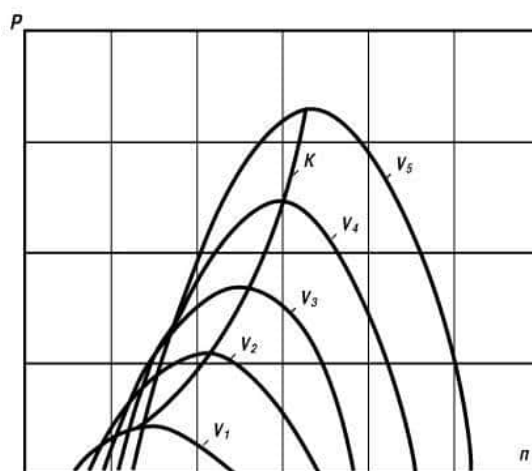


Рисунок 2 - Мощностные характеристики ветротурбин:

$P$  – мощность выходная, о.е.;  $n$  – частота вращения вала, 1000 об/мин;  
 $V_1$ - $V_5$  – линейные скорости ветров;  $K$  – линия максимума съема

Так, в условиях 115 метеостанций РФ расчет основных энергетических характеристик ветра (среднегодовой скорости ветра  $V_0$ , удельной валовой мощности  $N_{уд}$ , коэффициента вариации  $C_v$ ) показал, что диапазон их вариаций достаточно широк и составляет:

$$V_0 = 1,39 \div 7,48 \text{ м/с};$$

$$N_{уд} = 0,01 \div 0,565 \text{ кВт/м}^2.$$

При этом ВЭУ с переменной частотой вращения ветроколеса имеют потенциальную возможность преобразовывать энергию ветра в электрическую с большим коэффициентом использования энергии ветра даже при низких скоростях.

Для получения режимов максимальной энергоэффективности работы ВЭУ в локальных СЭС в условиях случайного характера ветрового потока и потребления необходимо обеспечивать работу ВЭУ в оптимальных областях.

Наибольшее влияние на процесс выработки электроэнергии ВЭУ оказывают значения стохастических параметров, имеющих метеорологическую и технологическую природу:

- величина линейной скорости ветра  $V$ , м/с;
- плотность воздуха в ветровом потоке  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, зависящая от атмосферного давления  $p_a$ , МПа, температуры  $T_v$ , К, воздуха по уравнению Клапейрона;
- энергопотребление  $W_{\text{потр}}$ , кВт·ч, электро- и тепловая мощности  $G_m$ .

Задание управляющего воздействия на ПЧ или мультипликатор должно изменяться по аналитическим регрессионным алгоритмам вида

$$U_3 = f(V, p_a, T_v, G_m). \quad (1)$$

Для реализации функции (1) необходимо использовать базу метеоданных для региона предполагаемого размещения ВЭУ и статистически обработать их методами планирования эксперимента. Математические модели алгоритма управления ПЧ-СГ ВЭУ для работы в оптимальной области получены на основе информации о параметрах работы и экспериментальных данных. Для этого найдены параметры  $a_j$  линеаризованной модели вида

$$U_3 = a_1 V + a_2 p_a + a_3 T_v + a_4 G_m + \zeta, \quad (2)$$

где  $\zeta$  – матрица помех (неучтенных факторов).

В результате расчетов по модели (2) для ВЭУ типа «Бриз-5000», расположенных на побережье Ладожского озера, получено четырехфакторное уравнение линеаризованной регрессии

$$U_3 = 12,214 \cdot V + 0,219 \cdot p_a + 0,92 \cdot T_v - 0,022 \cdot G_m + 9,602, \quad (3)$$

которое является искомым алгоритмом инвариантного задания и управления электромеханической системой ВЭУ. Как видно из выражения (3), наибольшее влияние имеют факторы  $V$  (12,214) и  $T_v$  (0,92). Аналогично найдены линеаризованные уравнения для двухфакторной модели, учитывающей влияние только скорости ветра и температуры воздуха  $T_v$  по сухому термометру:

$$U_{32} = 3,899 \cdot V + 0,384 \cdot T_v + 30,988. \quad (4)$$

Ковариационный анализ полученных зависимостей (3) и (4) показал, что данные регрессионные алгоритмы в полной мере отслеживают текущие входные возмущения и корректируют максимум выработки электроэнергии ВЭУ. Автоматическая стабилизация выходного напряжения ВЭУ обеспечивается в системе инвариантного регулирования СГ-ПЧ.

### Выводы

1. Анализ состояния СЭС ТЭК показал, что надежное и энергоэффективное энергоснабжение автономных объектов РФ актуально, а энергоемкость ТЭК РФ в 2 - 4 раза выше, чем в США и Германии.
2. Работа ВЭУ с СГ-ПЧ на оптимальных режимах обеспечивается новыми законами управления с ростом выработки электроэнергии до 30 - 50%.
3. Проверка адекватности алгоритмов ВЭУ проведена для семи режимов на экспериментальной установке с СГ 254-33УХЛ2-1кВт и ПЧ 6SE6420-2UD25-5CA0 и показала экономическую эффективность новых систем.

## Список использованной литературы

- 1 Пужайло, А. Ф. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций / А. Ф. Пужайло [и др.]. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2010. – 570 с.
- 2 Краснов, Д. В. Перспективы применения преобразователей частоты для регулирования производительности // Газовая промышленность. – 2014. – № 6 (707). – С. 86 - 89.
- 3 Серебряков, А. В. Интеллектуальные ветроэнергетические установки для автономных систем электроснабжения / А. В. Серебряков. – Н. Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2014. – 135 с.
- 4 Васенин, А. Б. Экспериментальный стенд электромеханической части ветроэнергетической установки / А. Б. Васенин, А. В. Серебряков // Приводная техника. – 2012. – №4. – С. 2 - 11.
- 5 Степанов, С. Е. Принципы автоматического управления возбуждением синхронных машин газоконпрессорных станций / С. Е. Степанов, А. С. Плехов // Автоматизация в промышленности. – 2010. – № 6. – С. 29 - 31.
- 6 Аникин, Д. А. Проектирование систем управления ЭГПА / Д. А. Аникин, И. И. Рубцова, Н. В. Киянов // Газовая промышленность. – 2009. – №2. – С. 44 - 47.
- 7 Крюков, О. В. Регулирование производительности ГПА с помощью преобразователей частоты // Компрессорная техника и пневматика. 2013, №3. С.21-24.
- 8 Крюков, О. В. Частотное регулирование производительности электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2014. – № 6. – С. 39 - 43.
- 9 Степанов, С. Е. Встроенные системы мониторинга технического состояния электроприводов для энергетической безопасности транспорта газа / С. Е. Степанов, В. Г. Титов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2012. – №2. – С. 5 - 10.
- 10 Бабичев, С. А. Автоматизированная система безопасности электроприводных ГПА / С. А. Бабичев, В. Г. Титов // Электротехника. – 2010. – № 12. – С. 24 - 31.

Рыбачек В. П., к. т. н., доцент кафедры  
«Электронные приборы», ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина», г. Рязань

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУШЕК В COMSOL MULTIPHYSICS**

Одной из важных областей, где моделирование имеет большое значение, является разработка электронных пушек для электронно-лучевых трубок, мощных СВЧ приборов, электронных микроскопов, спектрометров, ускорителей частиц и др.

Для проектирования электронных пушек применяются как специализированные программы [1,2], так и универсальные коммерческие продукты, позволяющие решать более широкий спектр различных физических задач. Одним из наиболее известных и распространенных является пакет **COMSOL Multiphysics** [3] в котором реализован мультифизический подход для исследования нескольких взаимосвязанных физических явлений (процессов) в единой среде.

В состав пакета входит многоцелевой модуль **Particle Tracing**, допускающий решение любых классических задач электронной оптики, связанных с трассировкой заряженных частиц в силовых электромагнитных полях. Его функционал позволяет:

- исследовать траектории движения ионов и электронов в электрическом и магнитном полях;
- запускать пучки частиц с характерными для данной области физики распределениями по скорости и направлению;
- учитывать пространственный заряд пучков и релятивистские эффекты, в т.ч. в рамках поиска самосогласованного решения;
- описывать взаимодействие частиц с разреженным газом, твердыми телами и стенками модели.

Рабочий процесс моделирования включает следующие этапы:

- Настройку пользовательского интерфейса;
- Построение геометрии;
- Задание свойств материалов;
- Постановку задачи и настройку физического интерфейса;
- Построение конечно-элементной сетки;
- Проведение исследования;
- Постобработку и визуализацию результатов.

Постановку задачи удобно выполнять с помощью мастера создания модели (*Model Wizard*), который предложит выбрать размерность пространства модели и физические интерфейсы для ее решения. Для расчета осесимметричных конструкций электронных пушек из предлагаемого перечня выбирается пространство *2D*. В окне выбора физик (*Select Physics*) из раздела электромагнитных исследований (*AC/DC*) необходимо выбрать *AC/DC->Particle Tracing->Particle Field Interaction, Non-Relativistic*. В результате к модели будет добавлен модуль трассировки

частиц с учетом объемного заряда и без учета релятивистики с физическими интерфейсами электростатики (*Electrostatics*), трассировки заряженных частиц (*Charged Particle Tracing*), а также интерфейс мультифизики (*Multiphysics*) с опцией взаимодействия с электрическим полем частиц (*Electric Particle Field Interaction*).

В следующем окне (рисунок 1) с деревом выбора исследования (*Select Study*) следует выбрать *Preset Studies for Selected Physics Interfaces-*

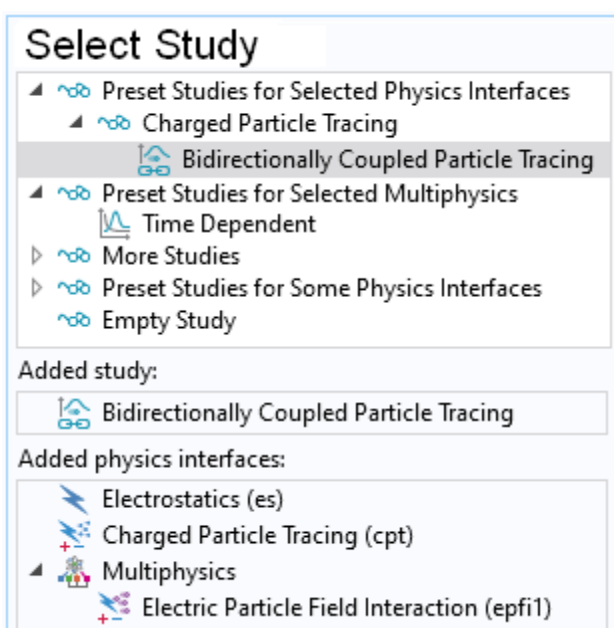


Рисунок 1 – Дерево выбора исследования

>Charged Particle Tracing->Bidirectionally Coupled Particle Tracing, что означает из предустановленных физических интерфейсов выбрать для трассировки заряженных частиц режим двунаправленного взаимодействия, т.е. самосогла-сованный режим расчета. Соответствующий интерфейс будет добавлен в модель задачи.

По окончании работы мастера на экране появится рабочий стол (рисунок 2).

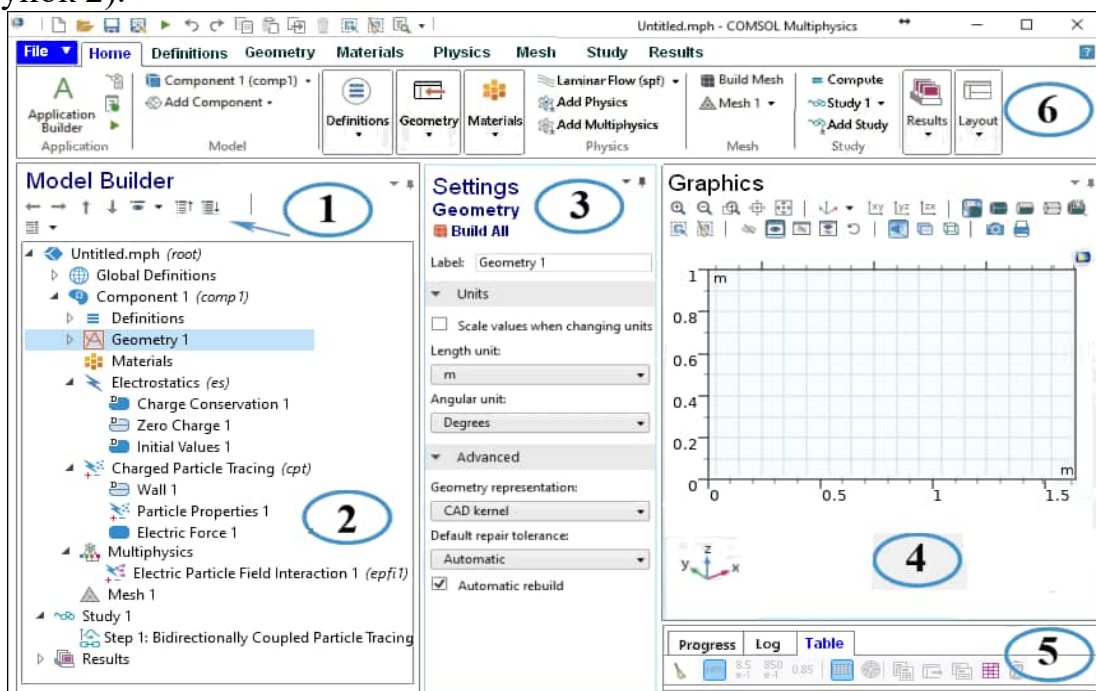


Рисунок 2 - Интерфейс рабочего стола COMSOL Multiphysics

Основными элементами рабочего стола являются построитель модели 1 (*Model Builder*) с деревом выбранных настроек 2, область установок параметров (*Settings*) 3, область (*Graphics*) с графическим окном 4, лента инструментов 6 с рядом вкладок. Вкладки упорядочены как в дереве модели, сверху вниз, так и в ленте слева направо. Лента представляет быстрый доступ к командам и дополняет дерево модели.

Окно настроек 3 является интерактивным, характерным для тех узлов, которые выбираются в дереве модели. В этом окне задаются основные характеристики модели, включая размерность геометрии, свойства материалов, граничные и начальные условия, а также любая другая информация, которая может понадобиться для решения модели.

Окно 4 отображает интерактивную графику при работе с узлами *Geometry* (Геометрия), *Mesh* (Сетка), *Results* (Результаты).

Рассмотрим работу в COMSOL Multiphysics на примере расчета пушки Пирса [4] с плоским катодом, формирующей параллельный цилиндрический электронный пучок.



Учитывая аксиально-симметричную конструкцию пушки геометрию можно задать для одной ее половины (рисунок 3).

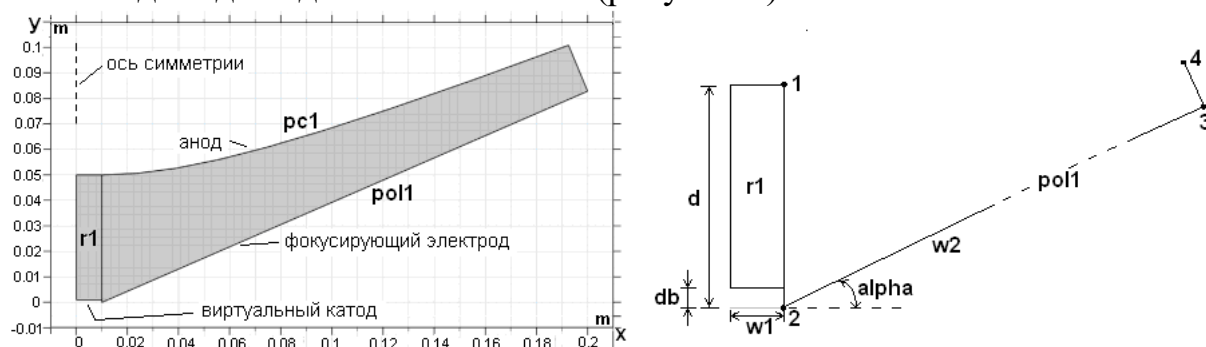


Рисунок 3 – Задание геометрии пушки Пирса

Для более удобного задания настроек в окне *Settings* определим в дереве модели для узла глобальных определений (*Global Definitions*) ряд параметров пушки (таблица 1). Во втором столбце значения величин можно вводить в разных единицах. В третьем столбце они автоматически пересчитываются в систему СИ.

Таблица 1 - Параметры пушки Пирса

Name (Название)	Expression (Выражение)	Value (Значение)	Description (Описание)
d	5 [cm]	0.05 м	Расстояние катод-анод
db	1 [mm]	0.001 м	Высота виртуального катода
w1	1 [cm]	0.01 м	Ширина катода
w2	20 [cm]	0.2 м	Ширина фокусирующего электрода
alpha	22.5 [deg]	0.3927 рад	Угол наклона фокусирующего электрода
V0	1 [kV]	1000 В	Потенциал на аноде

Реальный катод расположен в точке 2. Начальные скорости и траектории электронов рассчитываются с плоскости виртуального катода, отстоящего от реального катода на расстоянии  $db$ .

Геометрия пушки описывается с помощью прямоугольника  $r1$ , полигона  $pol1$  и параметрической кривой  $pc1$ . Данные инструменты расположены на вкладке **Geometry**. Положение и размеры прямоугольника, а также координаты точек полигона 1, 2, 3, 4 задаются через параметры (таблица 1) в окне *Settings*. В этом же окне для параметрической кривой  $pc1$  задается локальный параметр  $theta$  и его значение -  $62 \cdot \pi / 180$  и, в соответствии с законом Чайлда [4], формулы для расчета координат криволинейного анода:  $y = d \cdot \sec(4 \cdot theta / 3)^{0.75} \cdot \cos(theta)$  и  $x = w1 + d \cdot \sec(4 \cdot theta / 3)^{0.75} \cdot \sin(theta)$ . Пространство, ограниченное кривыми  $pol1$  и  $pc1$ , с помощью инструмента *Convert to Solid* превращается в отдельную область. Результаты построения геометрии пушки будут отображены в окне 4 (*Graphics*).



Для указания вакуума в качестве среды моделирования в узле *Materials* на вкладке **Home** используем команду *Add Material* и в открывшемся окне выбираем *Built in->Perfect vacuum* (Идеальный вакуум). Тип заряженных частиц задается в дереве модели по ветке *Component 1->Charged Particle Tracing->Particle Properties 1*. В окне *Settings* в списке *Particle Properties* (Виды частиц) выбираем *Electron*. В этой же ветке для узла *Electric Force 1* в окне настроек в разделе *Electric Force* из списка *E* выбираем *Electric field* (Электрическое поле).

Интерфейс узла *Multiphysics* настраивается на вкладке **Physics**. Команда *Multiphysics Coupling* (Мультифизическое соединение) раскрывает список, из которого выбираем *Boundary->Space Charge Limited Emission* (Граница->Эмиссия, ограниченная пространственным зарядом) и в графическом окне указываем нижнюю сторону прямоугольника *r1* (рисунок 3), которая является виртуальным катодом, а в окне настроек *Settings* в одноименном разделе в текстовом поле  $O_s$  введем значение *db*. В заключении для подузла *Electric Particle Field Interaction 1* в окне настроек в разделе *Continuation Settings* (Продолжение настроек) установим флажок *Use cumulative space charge density* (Использовать накопление плотности пространственного заряда), а в поле  $\beta$  введем значение *10*.

Задание потенциалов на электродах осуществляется в узле *Electrostatics*. На вкладке **Physics** используются команды *Boundaries->Electric Potential*. Например, для анода в графическом окне необходимо указать верхнюю сторону прямоугольника *r1* и параметрическую кривую *pc1* (рисунок 3), а в окне настроек 3 в разделе *Electric Potential* ввести в поле  $V_0$  значение  $V_0$  (таблица 1). Для наглядности в текстовое поле *Label* можно ввести название электрода *Anode*, которое будет отображаться в названии соответствующего подузла. Аналогично задается нулевой потенциал фокусирующего электрода на отрезке 2-3, принадлежащем полилинии *pol1*. Электрический потенциал в зазоре между реальным и виртуальным катодом задается указанием нижней части отрезка 1-2. В поле  $V_0$  по закону Чайлда вводится выражение  $V_0 \cdot (y/db)^{4/3}$ .

После настройки физических интерфейсов необходимо задать параметры конечно-элементной сетки. Для прямоугольной области *r1* удобней использовать регулярную прямоугольную сетку с помощью команды *Mapped* вкладки **Mesh**. В окне настроек 3 в поле *Numbers of elements* зададим ее размерность  $20 \times 100$ . Оставшаяся область пушки покрывается самонастраиваемой треугольной сеткой по команде *Free Triangular* (Произвольный треугольник). Эта сетка вдали от электронного пучка будет загрубляться (рисунок 4).

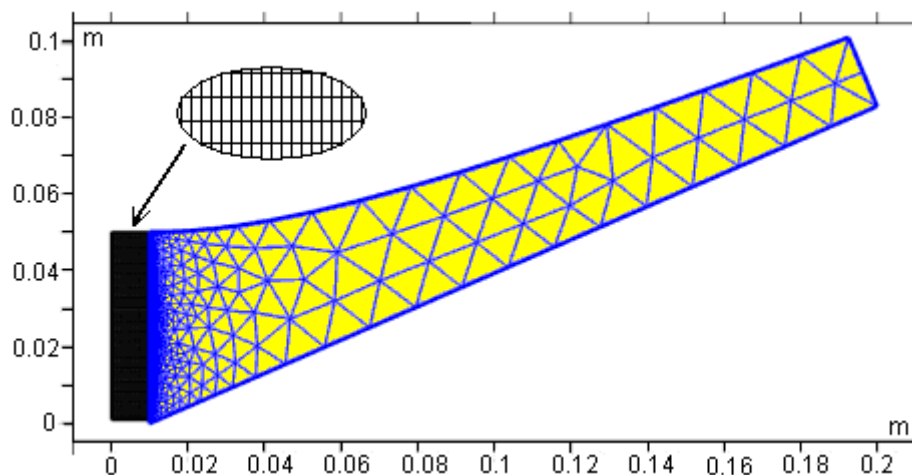


Рисунок 4 – Конечно-элементная сетка

В завершение в окне построителя модели в разделе исследования (*Study 1*) выделим подузел *Step 1: Bidirectionally Coupled Particle Tracing*, укажем в окне настроек из списка единиц измерения времени *Time unit* наносекунды - *ns*, в поле интервала времени решения *Output times* введем диапазон *range(0,1,10)* и для секции *Iterations* (Итерации) в поле количества итераций *Number of iterations* зададим значение 20.

Для решения задачи на панели **Home** следует использовать команду *Compute* (Вычислить). В процессе решения в секции *Results* дерева модели появятся узлы: *Electric Potential*, *Electric Field Norm*, *Particle Trajectories*.

Раскрыв узел *Electric Potential* и, выделив подузел *Surface 1*, увидим в графическом окне картину поля в виде цветовой палитры эквипотенциалей (рисунок 5); черными линиями показано направление потока электрического поля. Количество эквипотенциалей, стиль цветового оформления, режим зеркального отражения и ряд других настроек можно задать в окне параметров *Settings* или на панели **Results**.

Аналогичными способами производится визуализация результатов траекторного анализа для узла *Particle Trajectories* (рисунок 6). Видно, что геометрия электродов обеспечивает формирование не расширяющегося электронного пучка с параллельными траекториями. Изменение цвета траекторий от синего к красному иллюстрирует нарастание скорости электронов при движении вертикально вверх от катода к аноду.

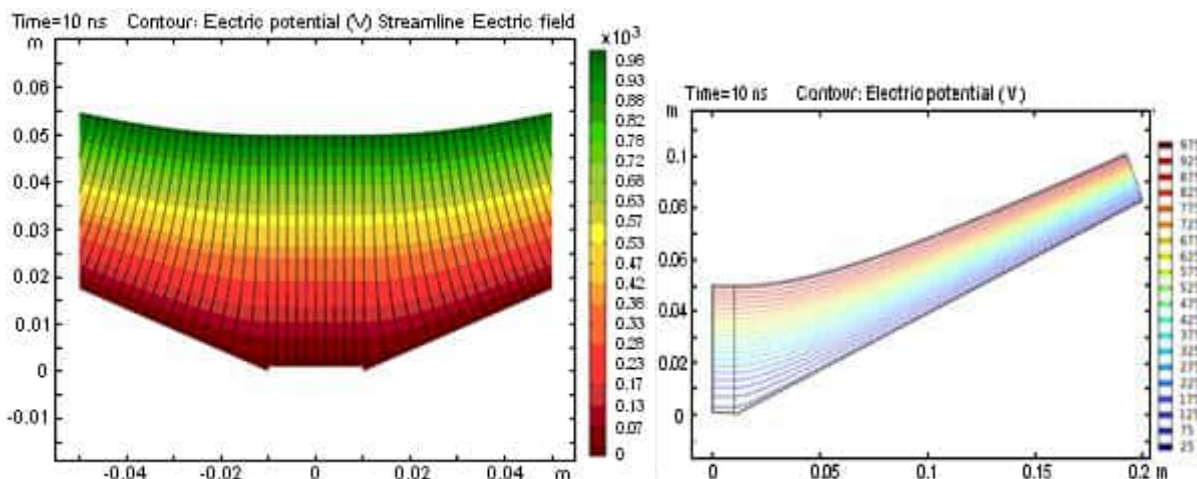


Рисунок 5 – Визуализация электрического поля

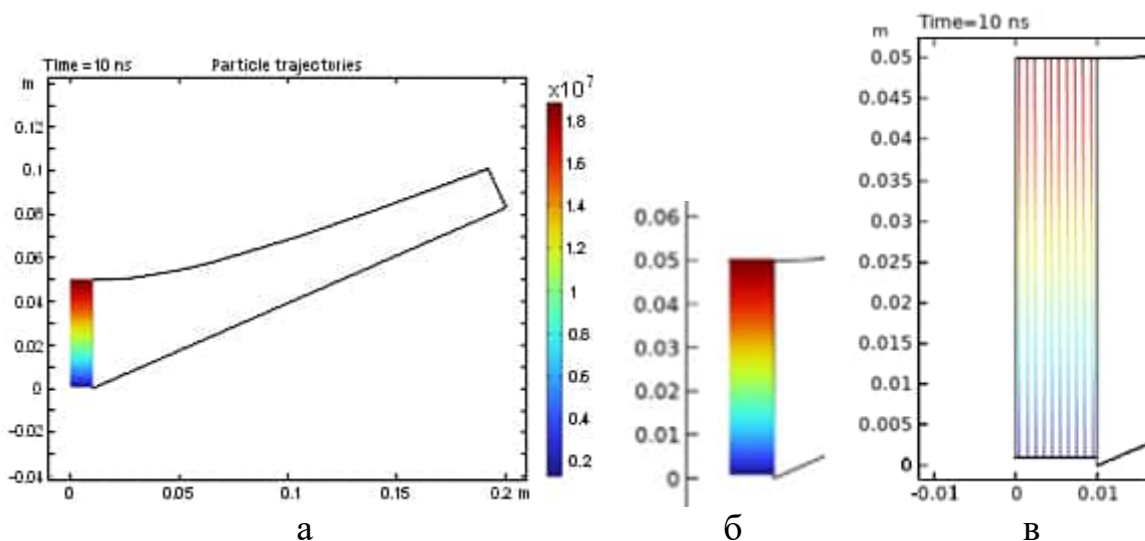


Рисунок 6 – Траектории электронов: а – число траекторий 1000; б – траектории в крупном масштабе; в – число траекторий 10

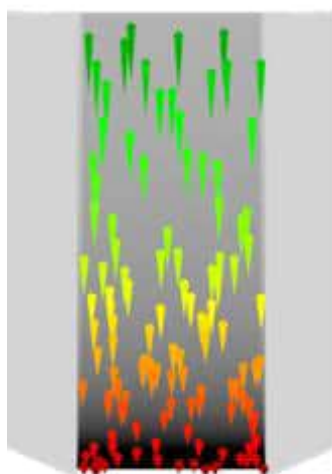


Рисунок 7 - Анимация движения электронов

На рисунке 7 показана анимация движения электронов в виде хвостов комет, которые изменяют размеры и цвет в соответствии с их скоростью, причем зеленый цвет является самым быстрым. Плотность пространственного заряда в домене  $r1$  отображается в оттенках серого, где более темные оттенки указывают на большую плотность заряда. Отчетливо видно, что плотность заряда максимальна в узкой области, прилегающей к катоду, и уменьшается по мере ускорения частиц. Также можно представить мгновенное положение электронов как точки, стрелки, а траектории движения как линии, трубки или ленты.

Таким образом, пакет Comsol Multiphysics в связке с модулем “Трассировка частиц” обеспечивает высокоточный самосогласованный режим расчета электронных пушек, а разнообразный

набор инструментов постобработки позволяет представлять полученные результаты в наиболее наглядной и удобной для анализа форме.

#### Список использованной литературы

- 1 Рыбачек, В. П. Проектирование электронных пушек методом синтеза. Труды междунар. НПК “Наука и образование XXI века”, Т. 2. Рязань. СТИ. 2012.
- 2 Рыбачек, В. П. Компьютерное моделирование электронных пушек методом анализа. Труды междунар. НПК “Наука и образование XXI века”, Рязань. СТИ. 2007.
- 3 Введение в COMSOL Multiphysics v. 5.4 /Электронный ресурс/ <https://www.comsol.ru>
- 4 Молоковский, С. И., Сушков, А. Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. – Л.: Энергия, 1972. – 304 с.

УДК 004.42

Федоров А. И., к. т. н., Рязанское гвардейское  
высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды  
Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова

### **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПАРАШЮТИСТОВ ДЛЯ ДЕЙСТВИЙ В ОСОБЫХ СЛУЧАЯХ**

Аннотация. В работе рассматривается возможность применения диверсионно-разведывательных групп для повышения эффективности декомпозиции Украины. Предлагается повышение эффективности подготовки парашютистов на основе мультимедийных моделей их действий в особых случаях.

Ключевые слова: цифровые технологии, диверсионно-разведывательных группы, мультимедийные модели.

### **DIGITAL TECHNOLOGIES FOR IMPROVEMENT TRAINING OF PARACHUTISTS FOR ACTIONS IN SPECIAL CASES**

**Candidate of Technical Sciences, A. I. Fedorov**

Ryazan Guards Higher Airborne Command School named after Army General V.F. Margelov, Russian Federation, Ryazan, fai1955@yandex.ru.

Annotation. The paper considers the possibility of using sabotage and reconnaissance groups to increase the efficiency of the decomposition of Ukraine. It is proposed to increase the efficiency of parachute training based on multimedia models of their actions in special cases.

Keywords: digital technologies, sabotage and intelligence groups, multimedia models.

Анализ источников литературы [1,2] показывает, что как никогда актуальным является необходимость продолжения эффективной декомпозиции Украины, как способа радикального сокращения возможностей ВСУ по сопротивлению российской спецоперации.

Проведение российскими вооружёнными силами (ВС) спецоперации на территории Украины сталкивается с активным сопротивлением вооружённых сил Украины (ВСУ). Необходимо радикально снизить способность Украины к организованному сопротивлению, к ротации войск и ресурсов, концентрации сил, возможности координации действий и проведению идеологической обработки населения и солдат ВСУ. Для этого необходимо решить три задачи, в частности, следует обеспечить:

- региональную изоляцию – лишить противника возможности активно перемещаться по территории;
- энергетическую блокаду – отключить выбранные регионы от сетей электроснабжения;
- информационное подавление – уничтожить системы связи и передачи данных [1].

Исходя из этого, первая задача – прекратить или сильно затруднить железнодорожное сообщение на всей территории Украины. Достаточно регулярно разрушать железнодорожные пути в разных точках Украины.

Парализовав движение по железным дорогам Украины, а отчасти и по автомобильным дорогам, ВС РФ удастся значительно снизить активность ВСУ, минимизировать приток на линию фронта свежей мобилизованной живой силы, наёмников, вооружений, боеприпасов и топлива.

Электроэнергия, как и нефть с газом – это кровь современной экономики. Без электроэнергии не работают промышленные предприятия, останавливаются электропоезда, гаснет свет в городах.

Для решения этой задачи не обязательно уничтожать электростанции и распределительные подстанции, достаточно вывести из строя высоковольтные линии электропередач (ЛЭП).

Параллельно необходимо осуществлять информационное подавление. Для этого. Во-первых, необходимо уничтожить все передатчики телевизионных сигналов – никакого телевидения, минимум радио. Это позволит радикально снизить накал украинской пропаганды, накачивающей солдат ВСУ и мирных граждан.

Во-вторых – необходимо вывести из строя базы данных (HLR) и центры мобильной коммутации (MSC) операторов сотовой связи (рисунок 1), в первую очередь в Киеве, а также в городах с наиболее сильными националистическими настроениями.

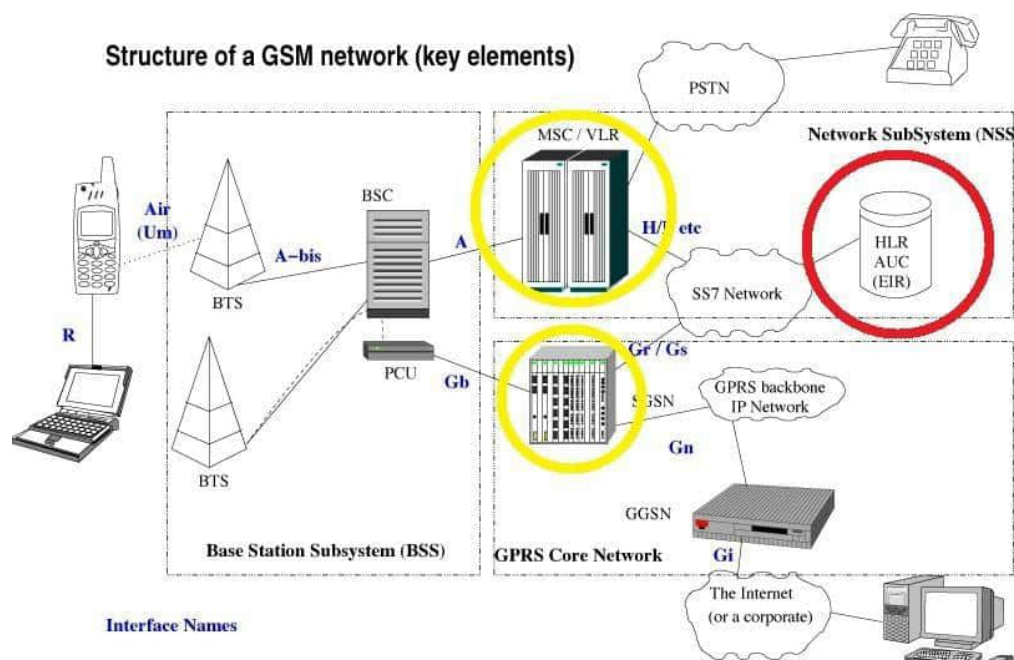


Рисунок 1 – Фрагмент построения сети сотовой связи Украины (изображение wikipedia.org)

Региональная изоляция, энергетическая блокада и информационное подавление, применённые ВС РФ грамотно, системно и непрерывно, могут на несколько порядков подрвать способность Украины к организованному сопротивлению.

Исходя из вышесказанного следует, что для осуществления вышеуказанных задач, необходимо использовать большое количество современных сил и средств вооруженной борьбы. Для экономии дорогостоящих ракетных и других комплексов считалось бы более целесообразным применение сил и средств воздушно-десантных войск.

Воздушно-десантные войска (ВДВ) предназначены для использования в тылу противника и которые должны действовать на «острие копья» и на «кончике ножа».

Однако при столкновении с мощными, хорошо оснащёнными вооружёнными силами противника, имеющими сильную противовоздушную оборону, о крупномасштабных высадках десанта можно только мечтать [2].

Во-первых, для осуществления крупномасштабных десантных операций необходимо захватить господство в воздухе, что уже само по себе не так уж просто. Не исключено, что его вообще не удастся реализовать в полной мере практически до окончания военного конфликта, как не получается у нас этого добиться в ходе проведения спецоперации на Украине.

Во-вторых, даже господство в воздухе не отменяет наличия у противника зенитно-ракетных комплексов (ЗРК), в том числе переносных зенитно-ракетных комплексов (ПЗРК), которые невозможно отследить вплоть до момента их применения. В реальности массированное применение

десанта в таких условиях превратилось бы в кровавую баню – сбитые транспортные самолёты и расстреливаемые в воздухе парашютисты.

Подразделения ВДВ не способны десантироваться в тылу противника и продержаться сколь-либо значительное время без поддержки сухопутных войск.

Даже в случае удачного десантирования у ВДВ нет тяжёлой брони, нет артиллерии, количество боеприпасов, которые десант может взять с собой, в любом случае сильно ограничено, нет возможности организовать эффективную эшелонированную систему противовоздушной обороны (ПВО).

Для того чтобы решить, как лучше использовать ВДВ, необходимо понимать, что устойчивость является противоположностью мобильности. Чем мобильнее подразделения, тем они хуже защищены, тем меньше у них брони, тем меньше у них боеприпасов, тем меньше запас устойчивости к атакам противника. Это позволяет говорить о том, что при проведении десантных операций должны быть исключены любые ситуации, по крайней мере, минимизирована вероятность их наступления, в которых подразделениям ВДВ придётся удерживать какой-либо объект или территорию.

Это означает отказ от массированных высадок десанта в глубине территории противника с целью удержания объекта до подхода основных сил – в реальности всегда найдётся причина, по которой продвижение наземных подразделений остановится или задержится, в результате чего десант может быть уничтожен.

На основании вышесказанного, можно предположить, что наиболее перспективным и эффективным сценарием применения воздушно-десантных сил станет использование ВДВ в качестве десантных диверсионно-разведывательных групп (ДДРГ), применяемых в значительных масштабах.

Конечно, диверсионно-разведывательные группы (ДРГ) есть в российских вооружённых силах и сейчас, для этого существуют подразделения сил специальных операций (ССО). Такие ДРГ могут формироваться и из состава ВДВ. Тогда в чём отличия предлагаемой тактики применения ВДВ?

Отличия в том, что в предлагаемом варианте ДДРГ становятся основной для ВДВ в целом.

Выброс осуществляется разрозненными, хорошо вооружёнными малыми группами, одновременно на участках территории огромной протяжённости, в стороне от крупных воинских формирований противника. Сотни (тысячи?) ДДРГ нанесут многочисленные удары по слабозащищённым военным объектам противника, объектами инфраструктуры – аэродромам, объектам переработки и хранения горюче-смазочных материалов (ГСМ), объектам транспортной инфраструктуры – автомобильным и железнодорожным мостам, железнодорожным узлам, электроподстанциям,



ударным комплексам большой дальности типа «Точка-У» и многому другому.

Основным принципом работы ВДВ в формате ДДРГ должен стать принцип «ударь и беги».

Глубина заброски должна быть достаточно ограниченной для того, чтобы после выполнения боевой задачи, израсходования боезапаса, ДДРГ могли самостоятельно вернуться на свою территорию. Можно предположить, что это расстояние не превысит 50–100 километров от границы контролируемой своими войсками территории.

Почему не выполнять эту работу авиацией и высокоточным оружием большой дальности?

Проблема в том, что запасы крылатых и аэробаллистических ракет большой дальности ограничены, тратить их на каждый мост, на каждую подстанцию – это слишком большая роскошь.

Но ещё более серьёзная проблема лежит в достоверности разведывательной информации о целях, по которым наносится удар – все помнят украинскую авиацию, РЛС и зенитно-ракетные комплексы (ЗРК), «уничтоженные» высокоточным оружием большой дальности в первые сутки спецоперации. «Глаза на земле» позволяют не только достоверно отличить макет от реальной цели, но и оценить последствия нанесения удара.

Впрочем, действия перспективных десантных ДРГ не отменяют удары высокоточным оружием, скорее – они «катализируют» эффект от их применения, сделают их на порядок эффективнее.

Оптимальным решением является минимизация количества бойцов ДДРГ, вступающих в непосредственный огневой контакт с противником. Основным оружием ДДРГ должны стать продвинутые средства разведки, целеуказания и связи, обеспечивающие высокоточное избирательное поражение выбранных целей корректируемыми боеприпасами реактивных систем залпового огня (РСЗО) и артиллерии, управляемыми авиабомбами и авиационными ракетами, а в случае поражения особо важных целей – крылатыми и оперативно-тактическими ракетами.

Широкомасштабное применение ДДРГ вынудит противника концентрировать войска для их уничтожения, после чего они сами могут стать целью для российской авиации. В этом случае основной задачей ДДРГ является не поражение целей, а по сути провокация – вынудить противника раскрыться, включить радиолокационные станции (РЛС) ЗРК, поднять в воздух имеющиеся самолёты/вертолёты и беспилотные летательные аппараты (БПЛА), выдвинуть бронетехнику, которые вскроют своё местоположение и станут целями для российской авиации, артиллерии, РСЗО и других систем.

Таким образом применение ДДРГ очевидна и эффективна в рамках решения выше представленных задач по декомпозиции Украины, т. е. по разрушению её коммуникаций.



Эффективность действия ДДРГ возможно можно на глубину порядка 50–100 километров от российской или белорусской границы.

Результатом массированного применения ДДРГ станет отвлечение значительных сил противника на противостояние этой угрозе, проблемы с перевозкой подкреплений, топлива и вооружений.

В контексте Украины это означает, что те отряды теробороны, которые ВСУ сейчас перебрасывают на передовую, остались бы в тылу, по крайней мере, большая их часть. Не исключено, что значительная часть поставляемых странами Запада вооружений вообще не добралась бы до передовой.

Таким образом, трансформация ВДВ в формат многочисленных, хорошо вооружённых ДДРГ, будет являться перспективным путём развития ВДВ. Постепенная трансформация ВДВ в многочисленные, хорошо обученные и оснащённые десантные диверсионно-разведывательные группы – ДДРГ, своего рода «рой», способный наносить удары во многих местах одновременно, с последующим уклонением от ответного удара и отходом. Перспективные ДДРГ должны опираться на скрытность, мобильность и мощь первого удара, но не заниматься удержанием территории противника.

Трансформация потребует создания новых средств передвижения для ДДРГ, высокоэффективных средств разведки, управления и скрытой связи, позволяющих выдавать целеуказание авиации и артиллерии, а также максимального насыщения ВДВ/ДДРГ высокоточным оружием.

Успех действий ДДРГ будет в значительной степени зависеть от того, как будет осуществлена выброска этих групп парашютным способом.

Поэтому необходимо уделять огромное значение воздушно-десантной подготовке личного состава ДДРГ.

Анализ правил совершения учебно-тренировочных прыжков с парашютом показывает, что большое внимание уделяется обучению десантников действиям в особых случаях, особенно при приземлении на препятствия: лес, здания, линии электропередач и другие местные предметы, что вполне реально может произойти в зоне специальной военной операции на Украине.

Поэтому каждый десантник должен знать основные правила действий при снижении и приземлении на препятствия.

Анализ парашютных происшествий из официальных источников литературы и анализ требований руководящих документов по воздушно-десантной подготовке показал, недостаточный уровень подготовки десантников. Данное обстоятельство обуславливает необходимость повышения качества обучения десантников действиям в особых случаях, на основе компьютерного моделирования траектории снижения и расчета параметров десантирования, а также действий десантника, в первую очередь в особых случаях в зоне боевых действий.

Для усиления наглядности и степени визуального восприятия учебного материала разработаны мультимедийные модели действий десантника при совершении прыжка с парашютом в особых случаях.

Во всех случаях теоретические основы прыжка с парашютом изучаются на лекционных и групповых занятиях или во время самостоятельной работы.

Особое внимание при этом уделяется изучению действиям десантника в особых случаях, в частности, при приземлении на препятствия, например, на лес, на стену здания и крышу здания, на электрические и телефонные и телеграфные провода.

Для усиления наглядности и степени визуального восприятия учебного материала разработаны мультимедийные модели действий десантника при совершении прыжка с парашютом в особых случаях.

Для разработки мультимедийных моделей использовались разработанные ранее алгоритмы действий десантника (рис. 2) в особых случаях.

К каждому блоку алгоритма осуществлена подборка и редактирование фрагментов фото- и видеоматериалов.

Процесс разработки мультимедийных моделей действий десантника при совершении учебно-тренировочных прыжков с парашютом в случаях, в частности при снижении на лес, на крышу и стену здания, на провода электрические, телеграфные и телефонные представлен на рисунке 2.

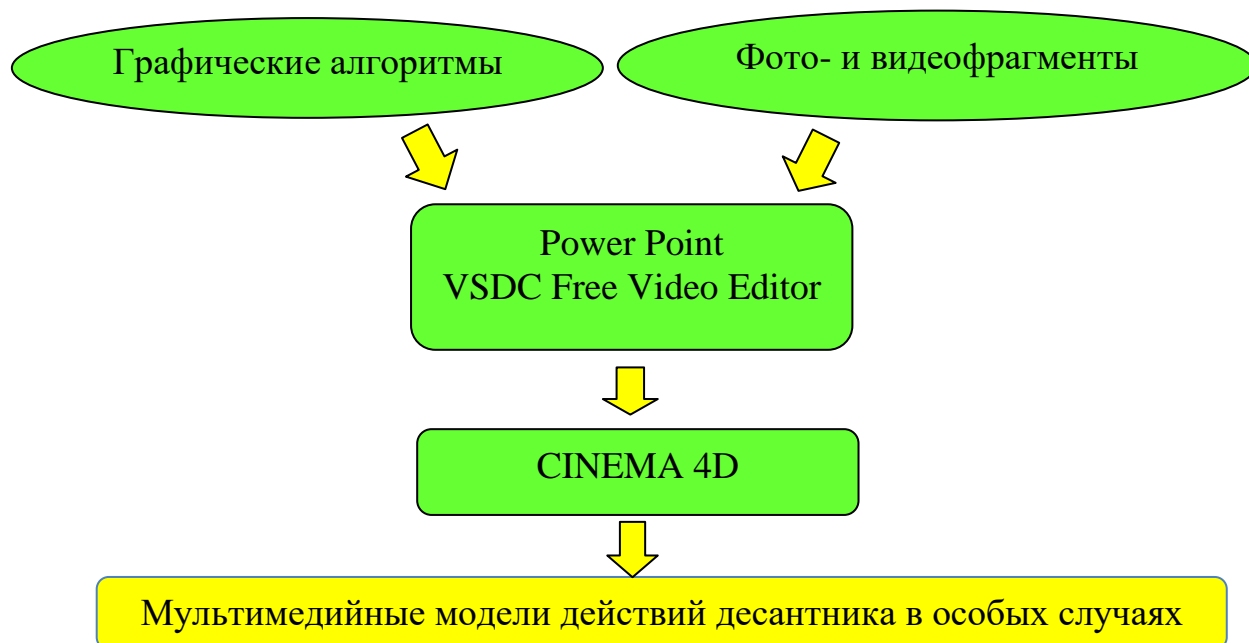


Рисунок 2 – Процесс разработки мультимедийных моделей действий десантника при снижении на парашюте в особых случаях

Разработка мультимедийной модели осуществлялась в среде текстового процессора Word, в системе подготовки презентации PowerPoint, в оболочке программы создания и редактирования видео- и аудиофайлов – VSDC Free Video Editor и в среде программы CINEMA 4D.

На основе анализа содержания фото- и видеоматериалов с использованием программы создания, редактирования видео и аудиофайлов – VSDC FreeVideoEditor осуществлен подбор мультимедийных фрагментов для каждого блока алгоритмов.

Ввиду отсутствия в электронных источниках фото и видеоматериалов, в случаях снижения на препятствия (в т. ч. на ледовые поверхности) разработаны видеофрагменты действий десантника при приземлении на препятствия в среде программы CINEMA 4D.

Мультимедийная модель представляет собой с одной стороны анимацию графических блоков – схем действий десантника в особых случаях, а с другой стороны в соответствии с содержанием блоков алгоритма анимацию фото- и разработанных видеоматериалов.

Использование разработанных мультимедийных моделей на этапе наземной отработки элементов прыжка с парашютом, в ходе проведения теоретических занятий при обучении личного состава действиям в особых случаях повышает:

- 1) восприятие десантниками правил совершения прыжков с парашютом при снижении на препятствия органами зрения в 5,2 раза по сравнению с органами слуха;
- 2) глубокое понимание десантниками правил совершения прыжков с парашютом при снижении на препятствия и формирование на ее основе более глубоких знаний;
- 3) формирование у десантников адекватных мыслительных и практических действий при совершении прыжков с парашютом при снижении на препятствия.

#### Список использованной литературы

- 1 Митрофанов, А. Декомпозиция Украины как способ радикального сокращения возможностей ВСУ по сопротивлению российской спецоперации // Военное обозрение. – 2022 – №74. – С. 48–53.
- 2 Митрофанов, А. Необходимость эволюции вооружения и тактики воздушно-десантных войск как следствие проведения спецоперации на Украине // Военное обозрение. – 2022 – №171. – С. 23–31.

УДК 004.42

Федоров А. И., к. т. н., Рязанское гвардейское  
высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды  
Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова

### **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

*Аннотация.* В работе рассматривается программная реализация баллистико-временной модели движения парашютиста при совершении

прыжка с парашютом. Раскрываются возможности разработанной программы для повышения эффективности принятия решений при подготовке площадки приземления.

*Ключевые слова:* парашютист, баллистико-временная модель, программа, автоматизация управления.

## **SOFTWARE IMPLEMENTATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR AUTOMATION OF MANAGEMENT TASKS**

**Candidate of Technical Sciences, A. I. Fedorov**

*Guards of the Ryazan higher airborne command school General of the army V. F. Margelov, Ryazan, Russian Federation, fai1955@yandex.ru.*

*Annotation.* The paper considers the software implementation of the ballistic-time model of a skydiver's movement when performing a parachute jump. The possibilities of the developed program for improving the efficiency of decision-making in the preparation of the landing site are revealed.

*Keywords:*, ballistics-time model, parachutist, program, control automation.

Основой совершенствования управления является автоматизация управленческих задач, которая заключается в использовании средств вычислительной техники [1].

Выбор конкретных направлений для совершенствования систем управления определяется на основе системного анализа контура управления [2] с учетом особенностей взаимодействия управляющего и управляемого объектов.

В перспективных АСУ по типу обрабатываемой информации задачи подразделяются на задачи обработки транзакций, информационно-аналитические и расчетные задачи. При этом особая роль отводится решению расчетных задач, которое способствуют повышению объективности, достоверности и точности принятия решений.

Согласно требованиям руководящих документов, на этапе организации и подготовки к десантированию определяется порядок выброски л/с и техники. Это достигается четким и слаженным взаимодействием соответствующих должностных лиц органов военного управления по подготовке и оформлению площадки приземления.

Повышение оперативности и точности расчетов характеристик площадок приземления достигается автоматизацией методики расчета их значений на основе компьютерного моделирования.

За основу моделирования взята баллистическая траектория движения парашютиста, обладающая некоторой начальной скоростью, под действием силы тяготения и силы аэродинамического сопротивления воздуха. Движение материальной точки по баллистической траектории описывается системой дифференциальных уравнений.

Форма участков баллистической траектории парашютиста, проходящая в плотных слоях атмосферы зависит от многих факторов: начальной скорости парашютиста, его роста и массы, текущего состояния атмосферы (температуры, давления, плотности, влажности, ветра) и от характера движения парашютиста вокруг его центра масс. Форма баллистической траектории в этом случае обычно рассчитывается методом численного интегрирования дифференциальных уравнений движения парашютиста в стандартной атмосфере.

Анализ описания баллистико-временной модели снижения парашютиста в источнике [3] показывает, что ветер меняет свои параметры от слоя к слою по высоте. Для учета этих изменений пользуются понятием среднего ветра. Средний ветер – расчетный ветер постоянной скорости и направления, который оказывает такое же результирующее действие на падающее тело за время его прохождения данного слоя, как и реальный ветер в этом же слое. Для расчетов применяется приближенный способ – «метод весов», заключающийся в том, что слои воздуха от точки сбрасывания до земли разбиваются на ряд одинаковых по толщине слоев, в каждом из которых определяется фактический вектор ветра ( $\vec{u}_i$ ). При этом считается, что влияние ветра пропорционально времени пребывания парашютиста в данном слое ( $\tau_i$ ).

При снижении с равновесной скоростью время нахождения в каждом слое будем определять по формулам (1),

$$\tau_i = \frac{h}{V_{ch}} = const \quad V_{ch} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho CF}} \quad , \quad (1)$$

где:  $m$  – масса парашютиста;

$g$  - ускорение свободного падения;

$\rho$  - плотность воздуха;

$C$  - коэффициент лобового сопротивления;

$F$  - мидель тела;

$h$  - толщина слоев воздуха.

Из предположения источника [3] высоту сбрасывания  $H$  разбивают на  $n$  равных слоев одинаковой мощности  $h$ , в каждом из которых направление ветра и его скорость считают постоянными величинами ( $\vec{u}_i$ ). Величина  $u_{cp}$  называется средним ветром и определяют по формуле (2)

$$u_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i \quad (2)$$

При наличии ветра парашютист, кроме снижения, будет смещаться по направлению ветра и его место приземления окажется на некотором расстоянии от проекции точки выброса на земную поверхность.

Вектор отброса парашютиста  $\vec{a}$  составляется из суммы отброса в каждом слое  $h$  и определяется по формуле (3)

$$\vec{a} = \vec{u}_1 t_1 + \vec{u}_2 t_2 + \dots + \vec{u}_n t_n = \sum_{i=1}^n \vec{u}_i t_i \quad (3)$$

Если все  $t_i = \tau$ , то формула (3) преобразуется к виду (4)

$$\vec{a} = \tau \sum_{i=1}^n \vec{u}_i = \tau \cdot n \frac{\sum_{i=1}^n \vec{u}_i}{n} = T_{cn} \cdot \vec{u}_{cp}, \quad (4)$$

где  $T_{cn} = \tau \cdot n$  - общее время снижения парашютиста;

$\vec{u}_{cp}$  - средний ветер.

Для расчета параметров десантирования личного необходимо знать скорость и направление ветра, как у земли, так и на высотах, особенно в момент приземления.

Скорость ветра, обусловленную атмосферными возмущениями учитывать не будем.

Исходя из анализа баллистико-временной модели снижения парашютиста [3], в программной модели будем учитывать 4 этапа прыжка с парашютом и множество входных параметров.

На 1 этапе на протяжении 1-1,5 м свободное падение парашютиста будет происходить по законам падения в воздухе тела без парашюта. После отделения от горизонтально летящего самолета тело по инерции продолжает двигаться в направлении полета самолета, под действием силы тяжести стремится вниз. Предполагается, что на парашютиста действует сила сопротивления воздуха  $F_c$

$$F_c = kV^2, \quad (5)$$

где  $v$  - скорость падения парашютиста.

$$k = \rho \frac{CF}{2}, \quad (6)$$

Для определения миделя парашютиста необходимо знать его рост ( $l$ ) и ширину раскинутых рук (или ног). Исходя из практики расчетов будем использовать ширину раскинутых рук, равной росту, т.е. миделю парашютиста равным  $l^2$ .

Коэффициенты лобового сопротивления для различных положений тела относительно набегающего потока возьмем из соответствующей расчетной таблицы [3].

На 2 этапе при снижении на стабилизирующем парашюте (в течение 3с) движения парашютиста будем учитывать результаты решения системы уравнений (7), в которой полагают, что:  $\theta = \theta_2$ ,  $k = k_2$ .

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = g - \frac{k_1 \sin \theta}{m} (V_x^2 + V_y^2) \\ \frac{dV_y}{dt} = -\frac{k_1 \cos \theta}{m} (V_x^2 + V_y^2) \end{cases} \quad (7)$$

Значение коэффициента  $k$  зависящего от конструкции стабилизирующего парашюта согласно [3] найдем по формуле (8)

$$k_2 = \rho \frac{CF}{2} = \frac{g}{2}(CF + C_n F_n), \quad (8)$$

где  $F_n$  - площадь купола,  $m^2$ ;

$C_n$  - коэффициент сопротивления парашюта.

Таким образом, значение коэффициента  $k_2$  будем брать из формулы (9)

$$k_2 = k_1 + \rho \frac{C_n F_n}{2}. \quad (k_1 \equiv k) \quad (9)$$

Начальные условия для системы дифференциальных уравнений (7) будем определять по выражению (10):

$$x(t_1), y(t_1), V_x(t_1), \theta_2, V(t_1) \quad (10)$$

На 3 этапе снижения парашютиста изменяются как площадь купола парашюта  $F_n$ , так и его коэффициент сопротивления  $C_n$ . Пренебрегая законами изменения площади парашюта и коэффициентом сопротивления [3], будем считать движение парашютиста, как свободное падение (по высоте примерно 13 м).

Уравнения движения парашютиста совпадают с уравнениями движения на первом этапе при следующих начальных условиях (13),  $k = k_1$  и будут определяться по формуле (14).

$$\frac{dV_x}{dt} - tg\theta_3 \frac{dV_y}{dt} = g \quad (14)$$

Время окончания третьего этапа  $t_3$  находится из условия (15) и определяется по выражению (16)

$$x(t_3) - x(t_2) = 13 \quad (15)$$

$$x(t_3), y(t_3), V_x(t_3), V_y(t_3), \theta_4 \quad (16)$$

На 4 этапе при снижении на раскрытом парашюте до поверхности земли, исходя из [3], где при движении парашютиста учитываются две силы:  $m\vec{g}, \vec{F}_c$ , будем учитывать результаты решения системы уравнений движения парашютиста (17).

Начальные условия для системы (17) определяются значениями (16).

Уравнения движения парашютиста:

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = g - \alpha^2 V_x^2 \\ V_y = const \end{cases}, \quad (17)$$

где  $\alpha^2 = \frac{k}{m}$

Анализ баллистико-временной модели представленной выше в аналитической форме показывает, что описание траектории движения парашютиста достаточно обосновано и подтверждается методом численного интегрирования дифференциальных уравнений движения парашютиста в стандартной атмосфере.

Для расчета скорости и траектории снижения, а также расстояния смещения от точки выброски до точки приземления будет учитывать только средний ветер и совершение прыжка с парашютом в баллистико-временной модели только в плоскости.

В модели не будет учитываться изменение положения частей тела парашютиста в пространстве и воздействия его на парашютную систему.

На основе анализа дифференциальных уравнений движения парашютиста, представленного выше и порядка определения значений выходных параметров разработана программа расчета значений параметров десантирования личного состава парашютным способом в штатной ситуации. Условное обозначение «Траектория».

Программа «Траектория» написана на объектно-ориентированном языке Паскаль.

Программа «Траектория» состоит из 8 модулей (рисунок 1).

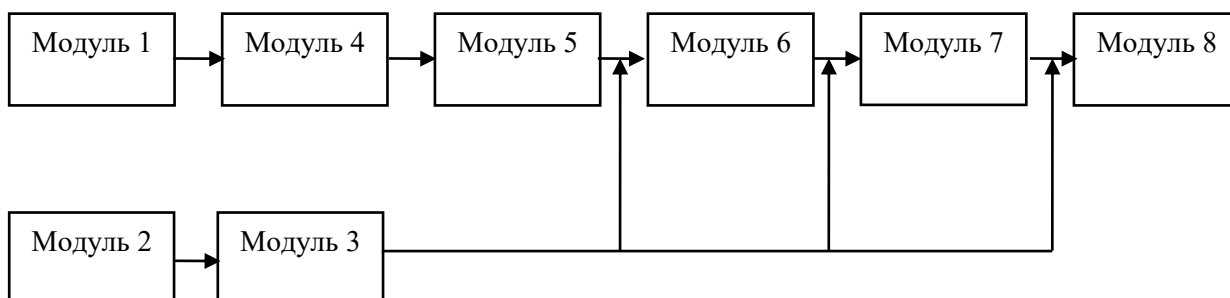


Рисунок 1 - Состав программы «Траектория»

Модуль 1 – интерфейс пользователя вида формы, где представлены: вводимые значения параметров в виде окон и кнопок, а также начальные параметры формы. В окна вводятся значения исходных параметров, а кнопки запускают разные модули.

Модуль 2 – окно, для пошагового запуска модулей № 5-8.

Модуль 3 – кнопка запуска модулей № 5-8 в пошаговом режиме.

Модуль 4 – для запуска программы, ввода исходных данных и расчета значений всех параметров.

Модуль 5 – запуск расчетов и моделирования 1-го этапа прыжка.

Модуль 6 – запуск расчетов и моделирования 2-го этапа прыжка.

Модуль 7 – запуск расчетов и моделирования 3-го этапа прыжка.

Модуль 8 – запуск расчетов и моделирования 4-го этапа прыжка.

Программа «Траектория» обеспечивает ввод исходных данных, расчет значений параметров баллистико-временной модели и вывод на экран траектории снижения парашютиста с указанием значений скорости и времени снижения, а также смещения от точки выброски до точки приземления.



Программа «Траектория» позволяет в интерактивном режиме вводить: высоту выброски  $H$  (м); массу парашютиста  $m$  (кг); скорость самолета  $V_0$  (м/с); ускорение свободного падения  $g$  (м/с); рост парашютиста  $l$  (м); плотность воздуха  $\rho$  (кг/м<sup>3</sup>); скорость ветра  $w$  (м/с); температуру воздуха (К); коэффициент лобового сопротивления ( $c$ ); мидель (F); скорость восходящих (нисходящих) потоков  $u$  (м/с).

Таким образом, программа «Траектория» позволяет автоматически определять вертикальную скорость снижения парашютистов в условиях различного рельефа местности и при различных метеорологических условиях, что обеспечивает точность расчетов характеристик площадки приземления и повышение оперативности и достоверности принятия решения в ходе подготовки и оформления площадок приземления.

Использование программы «Траектория» на автоматизированных рабочих местах повышает эффективность работы должностных лиц на этапе принятия решения за счет уменьшения временных затрат, примерно в два раза.

#### Список использованной литературы

- 1 Советов, Б. Я. Теоретические основы автоматизации управления/Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. М.: Высшая школа, 2005.
- 2 Антонов, А. В. Системный анализ [Текст]: учебник / А. В. Антонов. - М.: Высшая школа, 2006.
- 3 Исследование по обоснованию, разработке и оценке тренажеров для десантников-парашютистов [Текст]: отчет о НИР (итоговый):14-50/ Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище; рук. Ю. В. Усачев; исполн.: В. Н. Курашин [и др.]. - Рязань, 2010.

Ширяев А. Г., профессор,  
Коненков Н. В., профессор, главный научный сотрудник,  
Современный технический университет, г. Рязань,  
Бугров П. В., аспирант, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
университет имени С. А. Есенина»

### **ПРОПУСКАНИЕ КВАДРУПОЛЬНОГО ФИЛЬТРА МАСС ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЕЗОНАНСНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ КОЛЕБАНИЙ ИОНОВ**

В работе сообщается о результатах моделирования пропускания квадрупольного фильтра масс (КФМ) с цилиндрическими электродами и использовании двухчастотного резонансного возбуждения колебаний ионов. М.Ю. Судаков и др. [1,2] предложили использовать двухчастотный режим для увеличения разрешающей способности КФМ до 10 000. В исследованиях этой группы движение ионов рассматривалось в идеальном квадрупольном электрическом поле.

Уравнения движения ионов в мультипольных полях, создаваемых цилиндрическими электродами, имеют вид:

$$\frac{d^2 \tilde{x}}{d\xi^2} = -\left[\frac{a}{2} + q \cos 2(\xi - \xi_0) + q_1 \cos 2\nu_1(\xi - \xi_0) + q_2 \cos 2\nu_2(\xi - \xi_0)\right] \quad (1)$$

$$\frac{d^2 \tilde{y}}{d\xi^2} = -\left[\frac{a}{2} + q \cos 2(\xi - \xi_0) + q_1 \cos 2\nu_1(\xi - \xi_0) + q_2 \cos 2\nu_2(\xi - \xi_0)\right] \quad (2)$$

Здесь  $\tilde{x} = \frac{x}{r_0}$ ;  $\tilde{y} = \frac{y}{r_0}$  – поперечные координаты КФМ, нормированные на радиус поля  $r_0$ ,  $\xi = \frac{\Omega t}{2}$  – безразмерное время,  $\Omega$  – угловая частота ВЧ поля,  $\xi_0$  – начальная фаза,  $a$  и  $q$  – параметры уравнения Матьё,  $q_1, \nu_1$  и  $q_2, \nu_2$  – безразмерные амплитуды и частоты дополнительных квадрупольных напряжений:

$$a = \frac{8eU}{mr_0^2\Omega^2}, q = \frac{4eV}{mr_0^2\Omega^2}; \nu_1 = \frac{\omega_1}{\Omega}, \nu_2 = \frac{\omega_2}{\Omega}; q_{ex1} = \frac{4eV_{ex1}}{m\Omega^2 r_0^2}, q_{ex2} = \frac{4eV_{ex2}}{m\Omega^2 r_0^2} \quad (3)$$

При симметричном расположении одинаковых электродов геометрия квадруполь характеризуется одним параметром  $r/r_0$ , где  $r$  – радиус электродов и  $r_0$  – радиус вписанной окружности между их вершинами. В этом случае комплексный потенциал электрического поля  $\varphi(x, y) = \sum_N A_N (\tilde{x} + i\tilde{y})^N$  определяется первыми членами разложения по пространственным гармоникам с  $N = 2$  (основная квадрупольная компонента) и  $N = 6, 10, 14$ . Амплитуды гармоник  $A_N$  для заданной геометрии  $r/r_0$  рассчитывались методами, изложенными в работах [3].

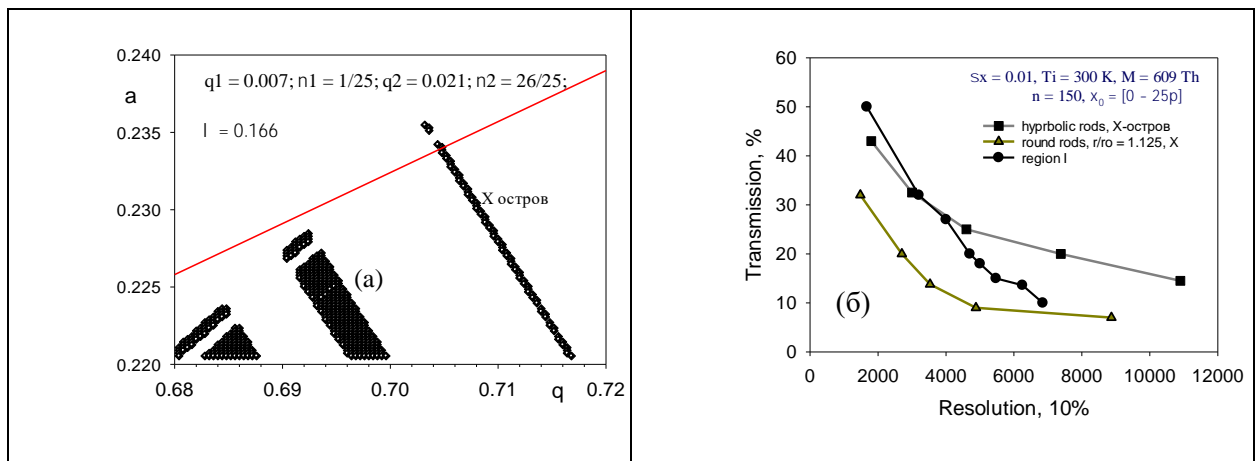


Рисунок 1 - (а). Исследуемый остров стабильности с параметрами возбуждения  $q_1 = 0.007, \nu_1 = \frac{1}{25}; q_2 = 0.021, \nu_2 = \frac{26}{25}$ . (б). Зависимости пропускания КФМ с гиперболическим профилем электродов и работой в

острове X; геометрией КФМ  $\frac{r}{r_0} = 1.125$  и работой в острове X; геометрией КФМ  $\frac{r}{r_0} = 1.125$  и работа без возбуждения (обычный режим).

На рис. 1а показан исследуемый остров стабильности X, который представляет узкую полосу на диаграмме стабильности и следующий вдоль изо- $\beta_x$  линии. Прямая линия сканирования  $a = 2\lambda q$  пересекает остров под углом, близким к прямому. Это обеспечивает высокую изотопическую чувствительность.

Для указанных условий на рис. 1.б приведены зависимости коэффициента пропускания от разрешающей способности, определенной по 10% уровню высоты массового пика. Входной пучок ионов характеризуется гауссовым случайным распределением по поперечным координатам и скоростям с дисперсиями  $\sigma_x = 0.01r_0$  и  $\sigma_v = 0.072\pi r_0 f$ , соответственно. Сравниваются три случая: идеальное поле + возбуждение; поле круглых стержней + возбуждение и поле круглых стержней без возбуждения (обычный режим). Можно видеть, что при работе в острове X в случае идеального поля пропускание больше приблизительно в два раза в сравнении с КФМ с круглыми электродами. При этом предельное разрешение для идеального поля составляет  $R_{0,1} \cong 11\ 000$  при пропускании КФМ 15% и для круглых электродов  $R_{0,1} \cong 9\ 000$  при пропускании КФМ 8%. При работе в обычном режиме КФМ с круглыми электродами имеет место быстрое падение пропускания с разрешением. Наилучшим образом режим работы в X острове проявляет с электродами гиперболического профиля, когда достигается пропускание 20% при разрешающей способности  $R_{0,1} = 7000$ .

#### Список использованной литературы

- 1 Mikhail Sudakov, Eugenij Mamontov, Fuxing Xu , Chongsheng Xu , Chuan-Fan Ding . Possibility of operating quadrupole mass filter at high resolution. *Int. J. Mass Spectrom.*, 408 (2016) 9–19.
- 2 M. Yu. Sudakov and E. V. Mamontov. The Use of Stability Bands to Improve the Performance of Quadrupole Mass Filters. *Technical Physics*, 2017, Vol. 62, No. 1, pp. 107–115.
- 3 Douglas DJ, Glebova TA, Konenkov NV, Sudakov MY. Spatial harmonics of the quadrupole mass filter with round rods, *J. Tech. Phys.* Vol.69, No.10, pp. 96–101, 1999.

## СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 699.82

Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент,  
Кондрашин М. С., студент 4 курса направления подготовки  
Строительство, Современный технический университет, г. Рязань,  
Рахманова Л. В., преподаватель ОГБПОУ РСК, г. Рязань, РФ

### ВКЛАД В РАЗВИТИЕ БЕТОНА НИКОЛАЯ АПОЛЛОНОВИЧА БЕЛЕЛЮБСКОГО

При изучении строительных конструкций, мы особое внимание уделяем железобетонным конструкциям [1]. Одним из важных и интересных вопросов является исторические сведения о возникновении и развитии железобетона.

В настоящей статье мы хотим рассказать о выдающемся русском инженере и ученом в области строительной механики и мостостроения Николае Аполлоновиче Белелюбском.

Николай Аполлонович Белелюбский родился 1 (13) марта 1845 года в Харькове в семье инженера путей сообщения, что и определило в дальнейшем его судьбу (рис. 1) [2].

Механик, материаловед, проектировщик и строитель мостов, педагог, пропагандист русских научных достижений; заслуженный профессор, заведующий кафедрой строительной механики, ректор Петербургского института инженеров путей сообщения; начальник первой в России механической лаборатории по испытанию сопротивления материалов (Государственной испытательной станции); действительный член Академии художеств; председатель Мостовой комиссии при Инженерном совете МПС; основатель и редактор журнала «Цемент, его производство и применение»; председатель бюро «Съездов русских техников и заводчиков по цементному, бетонному и железобетонному делу»; президент Международного общества испытания материалов; учредитель «Общества вспомоществования недостаточным студентам» и «Общества изыскания средств для технического образования женщин»; доктор-инженер *honora causa* Высшей технической школы в Берлине; почетный член Общества гражданских инженеров во Франции и Бетонного института в Англии; лауреат медали Единбургской выставки 1890 г, высшей награды Парижской выставки 1900 г., а также участник еще 6 международных выставок в Чикаго, Стокгольме и Париже — Николай Аполлонович Белелюбский (1845—1922) является автором более 50 трудов по цементам и мостостроению. Белелюбский — глава первой научной школы русских мостостроителей, спроектировал и построил более ста мостовых сооружений [3].

Первый русский полный «Курс строительной механики», написанный профессором Н. А. Белелюбским в 1885 г., на много десятилетий стал классическим учебником для студентов и настольной книгой специалистов, а напутствие педагога своим ученикам актуально и в настоящее время: «Вы — будущие инженеры. Нет прекрасней доли. Вы будете проектировать и строить мосты. Это дело на века. Ищите лучших конструкций, приемов и способов строительства. Но не забудьте одного — быть хозяином своих строек. Не владельцами, а хозяевами, ибо строите для государства, для народа. Стройте рачительно, бережно, экономно, прочно. И ново. Каждое время приносит свою полезную новизну, каждый инженер должен сделать в своей практике шаг вперед. Во всяком случае, он должен хотеть это сделать, иначе он не инженер, не хозяин своего дела». Николай Аполлонович был хозяином своих слов и своих дел: как говорил, так и жил — «деятельность его была широка и многогранна. Современники говорили, что Николай Аполлонович не человек, а целое министерство, а то и два»[4]; за полвека «в России не было построено ни одного моста, в проектировании, сооружении или экспертизе которого не принимал бы участия Белелюбский»[5]. И ни к одному из его сооружений ни время, ни люди не предъявили претензий, ни один мост не разрушился сам по себе!

При этом надо заметить, что в заслугах ученого, конструктора, инженера и педагога в двух неразрывно связанных направлениях его деятельности — мостостроении и изучении цементов невозможно выделить главные — их не разорвать, они будто скреплены цементом, нам будет недостаточно объема данной статьи, чтобы выполнить обзор всех направлений работы ученого. Поэтому, не вникая в суть научных достижений мостостроителя, остановимся хотя бы на перечне его нововведений, а также на конкретном воплощении новаций в конструкциях самых знаменитых мостов. Применяв в пролетных строениях мостов литое железо, Н. А. Белелюбский первым отметил его высокие качества по сравнению со сварочным. После подробного изучения механических свойств и особенностей обработки этого железа, ученый, несмотря на противодействие со стороны МПС, внедрил его в отечественное мостостроение, создал на него технические условия (ТУ), которые затем стали основой зарубежных ТУ.

Проведя сравнительные испытания считавшегося в ту пору лучшим английского цемента и отечественного, Белелюбский доказал, что наши цементы по своему качеству ничем не уступают зарубежным.

Одновременно, ученый выдал рекомендации по выбору песка, выработал номенклатуру вяжущих веществ, провел исследования шлаковых цементов и русской пуццоланы (активная минеральная добавка из смеси вулканического пепла, пемзы, туфа и т.п.).

Возглавив комиссию для выработки норм и ТУ по приемке и испытанию цементов, Николай Аполлонович успешно справился и с этой работой. Авторитет ученого в решении любых «цементных» вопросов был

настолько велик, что его — мостостроителя — много лет избирали вице-председателем, а затем и председателем бюро «Съездов русских техников и заводчиков по цементному, бетонному и железобетонному делу».

В начале 1890-х гг. в строительстве появился новый материал — железобетон, и Белелюбский стал его страстным пропагандистом. Тщательно изучив новый строительный материал, ученый в 1905 г. организовал комиссию по выработке ТУ для железобетонных работ на основе опыта отечественного строительства и к 1908 г. выработал и утвердил первые нормы.

Помимо научных и организационных мер, Николай Аполлонович первым в нашей стране применил железобетон на строительстве мостов, позволивший ему увеличить длину пролетов и разнообразие мостовых конструкций.

Отдельной заслугой материаловеда Белелюбского стала возглавляемая им с 1878 г. механическая лаборатория Института инженеров путей сообщения, преобразованная затем за величайшие заслуги перед отечественной наукой и техникой в Государственную испытательную станцию.

Удивительно то, что ученый в одиночку (еще с одним помощником) в этой единственной в России лаборатории умудрился исследовать и описать для нужд МПС механические и физические (выветриваемость) свойства почти всех русских строительных материалов. Эта лаборатория стала первым в России местом испытаний сопротивления материалов.

Многие результаты исследований Белелюбского легли в основу норм испытаний строительных материалов, рельсов и пр. у нас и за рубежом. Потомкам испытатель оставил громадную коллекцию каменных материалов со всей страны с характеристикой их механических свойств. Ныне эта лаборатория носит имя своего создателя.



Рисунок 1 – Н. А. Белелюбский



Рисунок 2 – Сызранский мост через Волгу

Самым главным делом Н. А. Белелюбского были мосты. Их Николай Аполлонович спроектировал больше ста, в т.ч. величайший для своего времени по протяженности и совершенству конструкции Сызранский мост через Волгу, соединивший железнодорожную сеть центра России с Заволжьем и Сибирью (рис. 2); двухъярусный мост через Днепр возле Днепропетровска, разрушенный во время Великой Отечественной войны (рис. 3); Обской мост, связавший два самых крупных и значимых участка Транссиба — Западно-Сибирскую и Средне-Сибирскую железные дороги и послуживший основанием города Ново-Николаевска (Новосибирска) (рис. 4).

Все мосты строителя хороши сами по себе, но во многих ученых заложил еще и новшества, которые стали непременным атрибутом последующих мостовых конструкций у нас и на Западе.

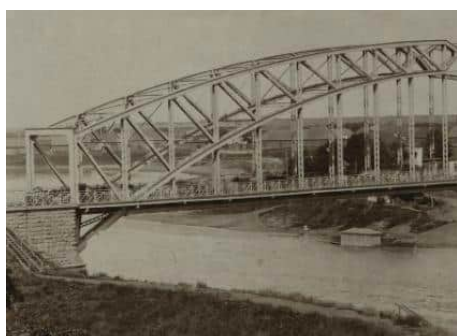


Рисунок 3 – Мост через Днепр возле Днепропетровска



Рисунок 4 – Пролет Обского моста

Так, заменяя деревянные конструкции старых мостов на металлические, Белелюбский разработал способ быстрой замены без перерыва движения; впервые в мировой практике предложил конструкцию свободных поперечных балок, стал возводить уникальные насыпи и строить мостовые опоры кессонным способом; существенно улучшил конструкции металлических пролетных строений; впервые применил свободное шарнирное опирание поперечных балок на балансиры, за что был удостоен медали на Эдинбургской выставке в 1890 г.; предложил метод расчета отверстий больших мостов, принятый с тех пор в международной практике мостостроения.

Последним и крупнейшим из мостов Белелюбского, сооруженных в России (были и за рубежом), стал Симбирский (Николаевский) мост (1916 г.) с длиной каждого из 12 пролетов 158,4 м и общей длиной (с учетом подходящей к нему эстакады) 2810 м (четвертое место в мире по длине) (рис. 5). На строительстве этого сооружения применялась новейшая техника: кессоны, опускные колодцы, экскаваторы.



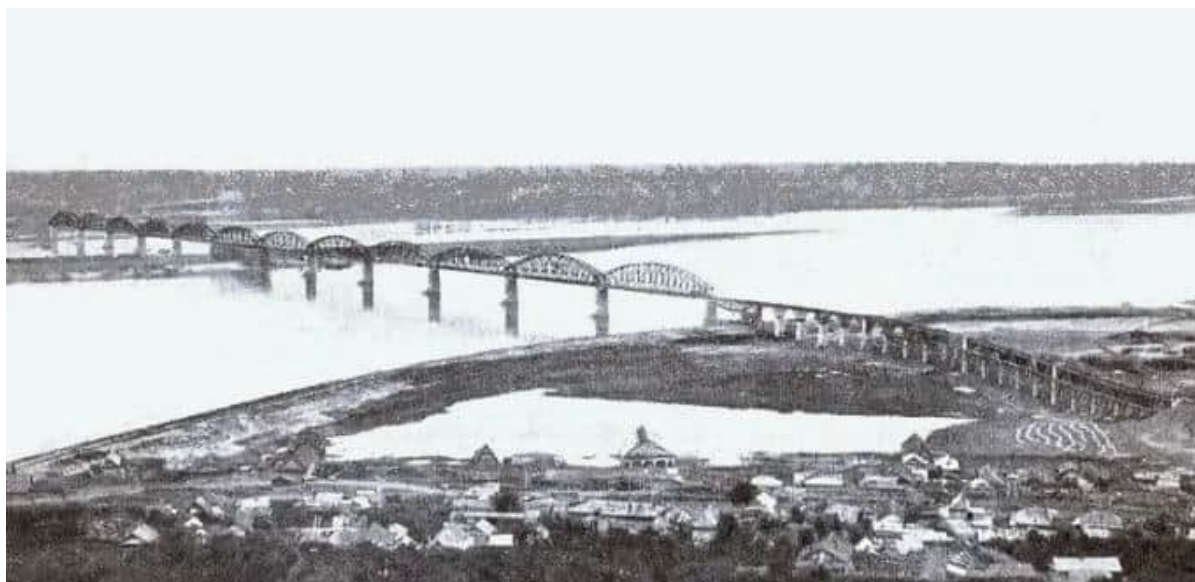


Рисунок 5 – Симбирский мост

Нашу статью мы бы хотели завершить словами академика Г. П. Передерия: «Н. А. Белелюбский своей деятельностью, особенно в области мостостроения, стяжал себе мировую известность. Такая слава редко выпадает на долю инженера, и даром она не дается. Нужно родиться с талантами и задатками, с такой колоссальной энергией, какими обладал Н. А. Белелюбский. Нужно направить эту энергию на большое общественное дело, нужно суметь его довести до успешного конца, и тогда слава приходит как дань благодарности современников и последующих поколений людей».

#### Список использованной литературы

- 1 СП 63.13330.2018 Свод правил Бетонные и железобетонные конструкции
- 2 <https://rgasamara.ru/activity/publications/smi/articles/342/?ysclid=lnk0jv7s296451939483> <https://proza.ru/2014/06/19/406?ysclid=lnjzyy1j99566590381>
- 3 <http://funeral-spb.narod.ru/>
- 4 <http://www.snor.ru/>
- 5 Благоустройство и озеленение как фактор современного развития городов на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г. Рязани / Е.Н. Бурмина, А.В. Томаля, Н.А. Суворова, // В сб.: Наука и образование XXI века. – Рязань, 2018. – С. 71-74.
- 6 Проблемы звукоизоляции в монолитно–кирпичных домах в г. Рязани / Е.Н. Бурмина, Н.А. Суворова, А.В. Томаля, И.И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века Материалы XIII–й Международной научно–практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 63–66.
- 7 Проблемы современных монолитных домов в России Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века. – Рязань, 2019. - С. 60-63.
- 8 [ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА](#) / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно–практической конференции, посвященной 20–летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 9 Бурмина, Е. Н. Возведение ограждающих многослойных конструкций на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г.Рязани / Е. Н. Бурмина, М. И. Зубков, Н. А. Суворова // Сб.:



Наука и образование XXI века: Материалы XII международной науч.–практ. конф. – Рязань: СТУ, – 2018. – С. 74–76.

10 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулina, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII-й Международной студенческой научно–практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 55–58.

11 Проблемы современных монолитных домов в России Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века Материалы XIII-й Международной научно–практической конференции. – 2019. – С. 60–63.

Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент,  
Ромашова И. А., старший преподаватель,  
Горлова Е. А., студентка 4 курса направления подготовки  
Строительство, Современный технический университет, г. Рязань,  
Рахманова Л. В., преподаватель ОГБПОУ РСК, г. Рязань, РФ

## **ЖОЗЕФ МОНЬЕ. ПУТЬ К ИЗОБРЕТЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Как вы думаете, кто изобрел то, без чего невозможно представить современное высотное строительство – железобетон? Инженер? Строитель? Архитектор? Нет. Садовник, да, самый обыкновенный садовник, работающий в Версальской садоводческой фирме [1, 2].

Поэтому настоящую статью посвятим увлекательной истории Жозефа Монье.

По роду своей профессиональной деятельности, Монье, работая в Версальской садоводческой фирме, постоянно сталкивался с довольно банальной проблемой: обычные глиняные горшки и бочки для посадки растений были тяжёлыми, но при этом - довольно хрупкими. Упрочнение было возможно лишь за счёт увеличения толщины стенок. Но вес такой кадки, да ещё с землёй и растением становился совсем неподъёмным. Деревянные же кадочки были недолговечными, быстро подгнивали от влаги и разрушались. Нужен был принципиально новый материал для изготовления кадок и горшков.

Примерно с 1861 года Жозеф Монье начал проводить свои первые опыты по изготовлению армированного железобетона (рис. 1). Можно сказать, что это были первые ЖБИ от Монье, где в качестве арматуры была использована стальная проволока, а в роли основного материала - цементно-песчаный раствор.

Довольно легко далась первая бетонная кадочка, в которой Жозеф посадил небольшое апельсиновое дерево. Но, не зная основных свойств неармированного бетона, вскоре, Монье с горечью обнаружил трещины на стенках своего детища.

Он решил спасти свою экспериментальную кадочку от разрушения, и не найдя ничего более разумного - использовал «разработки» бондарей. По принципу стягивания металлическими обручами деревянной бочки, Монье обтянул свою кадочку железным каркасом из проволоки. Эта было

своеобразной оригинальной находкой. Так сказать - первая арматура от Монье.

Но вскоре, после многочисленных поливок проволока стала ржаветь; диффузионные процессы перетасили ржавчину на самую бетонную чашу кадки, образуя рыжие пятна и подтеки на её поверхности.



Рисунок 1 – Фотография Жозефа Монье

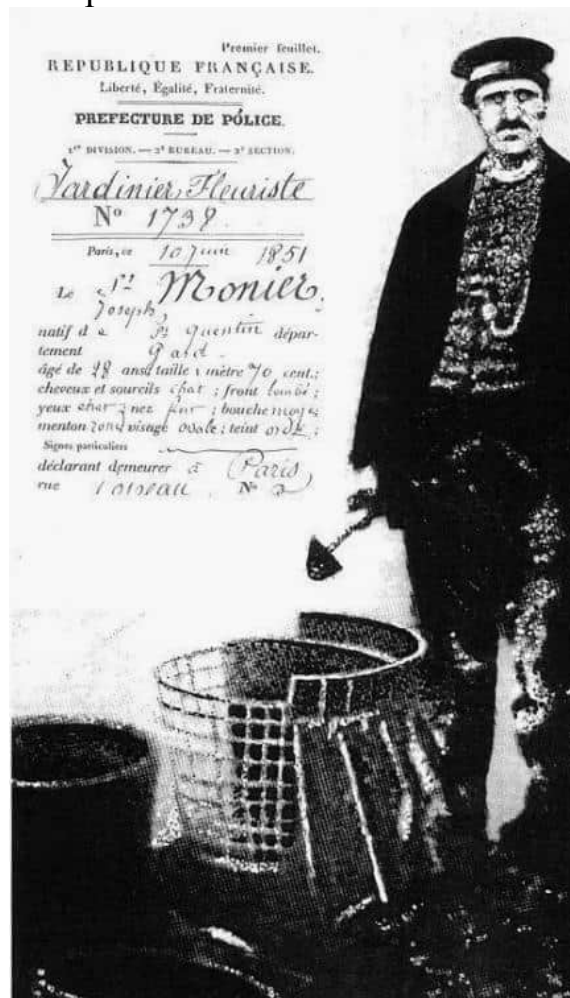


Рисунок 2 – Фотография патента Жозефа Монье

Но Монье не стал расстраиваться и просто обмазал цементным раствором кадку уже вместе со своей проволочной арматурой. Внешний вид вернулся к самому первоначальному варианту, представляющему из себя обычный бетонный горшок. Но внутренняя сущность, а именно – стальная арматура из проволоки, вживлённая в бетонную среду, делающая изделия ЖБИ прочными и изящными одновременно – стала визитной карточкой всех последующих изобретений Жозефа Монье.

Именно уникальный союз металла и бетона позволил получить принципиально новый строительный материал – железобетон. Монье называл его – железцемент. Принципы создания ЖБИ не изменились и по сей день. Тот же цементный раствор или бетон, а вместо каркаса из проволоки - рифленая арматура, но суть осталась та же.

16 июля 1867 Жозеф Монье получил патент на свои переносные садовые кадки из металлического каркаса и цементного раствора (рис. 2). Не останавливаясь на достигнутом, он начал производить с новым материалом постоянные эксперименты.

Так уже в 1868 г. Монье соорудил в Майсонс-Алфорте небольшой железобетонный бассейн, это был первый ЖБИ бассейн в истории. В том же 1868 году он получил патент на первые в мире железобетонные трубы и резервуар для жидкостей.

В 1869 г. он сделал патентную заявку на железобетонные плиты и перегородки. В том же 1869 он соорудил железобетонное перекрытие над своей экспериментальной мастерской. Он бесконечно продолжал свои эксперименты, ни на минуту не останавливаясь на достигнутом. Монье получил множество патентов связанных с армированным железобетоном:

- переносные садовые кадки из железобетона (1867);
- укреплённые железом цементные трубы и бассейны (1868);
- железобетонные панели для фасадов домов (1869);
- мосты из железобетона (1873);
- железобетонные балки и шпалы (1878);
- общий патент на все предыдущие изобретения (1880).

С точки зрения современной строительной науки, железобетон, изобретённый Монье, - с натяжкой можно назвать железобетоном. Не стоит забывать, что Жозеф Монье - всё же не профессиональный инженер или строитель, а садовник с пытливым умом экспериментатора. Он имел лишь весьма поверхностные, а скорее даже - эмпирические знания о принципах взаимодействия между собой арматуры и бетона в своих первых экспериментальных ЖБИ. Он пробовал - не получалось, снова пробовал и снова искал. Но отсутствие фундаментальных знаний порой уводило его от правильного решения.

Например, Монье размещал арматурный каркас из проволочной сетки в железобетонной плите в средней части массива бетона, хотя, наиболее эффективное расположение арматуры в ЖБИ перекрытиях – именно нижняя часть. Ибо там происходит максимальное растяжение и прогиб, и именно там так не хватает сдерживающего бетон каркаса из арматуры.

Современная история ставит под сомнение статус Монье - как первооткрывателя железобетона. За 13 лет до появления железобетонной кадки Монье, в 1854 году штукатур из Англии Вильям Уилкинсон взял первый патент на использование железобетона. Одновременно с Уилкинсоном первые опыты с железобетоном проводил французский подрядчик Куанье. Именно Куанье в 1861 году выпустил небольшую книжицу «Применение бетона в строительном искусстве». В этом издании он собственно и указал, что арматура из железных прутьев, введённая в состав изделия из бетона, увеличивает его прочность и повышает несущую способность.

В заключение хотим отметить, что, несмотря на современную корректировку технологии Монье, его изобретение отнюдь не стало хуже или

менее значимым для истории. Железобетон входит, если не в сотню, то точно в тысячу лучших изобретений человечества. И имя Жозеф Монье – довольно прочно «забетонировано» в этом списке [3].

#### Список использованной литературы

- 1 СП 63.13330.2018 Свод правил Бетонные и железобетонные конструкции
- 2 <https://dzen.ru/a/XSyfTDGHggCtk90r>
- 3 [https://dzen.ru/a/YgEH\\_9Ls8FeZZPBP](https://dzen.ru/a/YgEH_9Ls8FeZZPBP)
- 4 Благоустройство и озеленение как фактор современного развития городов на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г. Рязани / Е. Н. Бурмина, А. В. Томаля, Н. А. Суворова, // В сб.: Наука и образование XXI века.– Рязань, 2018. – С. 71-74.
- 5 Проблемы звукоизоляции в монолитно–кирпичных домах в г. Рязани / Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века Материалы XIII–й Международной научно–практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 63–66.
- 6 Проблемы современных монолитных домов в России Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века. – Рязань, 2019. - С. 60-63.
- 7 [Инновационные технологии строительства](#) / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно–практической конференции, посвященной 20–летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 8 Бурмина, Е. Н. Возведение ограждающих многослойных конструкций на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г. Рязани / Е. Н. Бурмина, М. И. Зубков, Н. А. Суворова // Сб.: Наука и образование XXI века: Материалы XII международной науч.–практ.конф. – Рязань: СТУ, – 2018. – С. 74–76.
- 9 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII–й Международной студенческой научно–практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 55–58.
- 10 Проблемы современных монолитных домов в России Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века Материалы XIII–й Международной научно–практической конференции. – 2019. – С. 60–63.

УДК 625.7

Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент,  
Томаля А. В., старший преподаватель, инженер-проектировщик 1  
категории, ООО «Творческая архитектурно-проектная мастерская «ГРАД»,  
Чадаев М. В., магистрант, Современный технический университет, г. Рязань

## УНИКАЛЬНЫЕ МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

В настоящей статье мы хотим познакомить наших читателей с двумя уникальными и удивительными мостами в форме рук, которые были открыты совсем недавно. Мост, про который пойдет рассказ, называется «Руки Бога» и находится в горах Вьетнама (рис. 1) [1].

В апреле 2018 года на курорте Ва На Hills недалеко от вьетнамского Дананга возвели мост, опорами которого служат две колонны в виде

огромных рук. Его открыли для посетителей в начале июня. Строительство моста продолжалось около года.



Рисунок 1 – Мост "Руки Бога"



Рисунок 2 – Фрагмента моста

Изогнутый золотой мост, удерживаемый двумя гигантскими руками, был разработан TA Landscape Architecture.

Изогнутый золотой мост на горнолыжном курорте Ба На Хилл Дананг, кажется, поддерживается двумя каменными руками, которые на самом деле построены из стекловолокна и проволочной сетки, расположенной вокруг стальных опор. Этот мост, названный Золотым мостом, является частью модернизированного маршрута между двумя станциями канатной дороги на курорте на вершине горы.

Ву Вьет Ан, директор по дизайну ландшафтной архитектуры ТА в городе Хошимин, рассказал Dezeen, что дизайн вдохновлен «миром богов, гигантских и живых существ». Руки моста украшены трещинами и мхом, чтобы они выглядели как старые каменные руины (рисунок 2). «Замечательный внешний вид двух огромных захватов выглядит так, будто они вытащили мост из земли и обожают его, как подарок от природы», - говорится на практике. Мост находится на высоте 1414 метров над уровнем моря.

Пешеходный мост длиной 150 метров и шириной пять метров поддерживается простыми стальными опорами, а руки выступают исключительно в качестве украшения. У этого моста есть деревянная палуба с перилами из нержавеющей стали, окрашенными в золотой цвет.



Рисунок 3 – Фотография фрагмента моста. Цветущие растения



По периметру моста посажены цветы для того, чтобы казалось, что мост сливается с окружающей природой (рис. 3).

Следующее сооружение называется «Строительство мостов».

На 58-ом Венецианском биеннале современного искусства перед глазами зрителей вновь предстало удивительное творение известного итальянского скульптора Лоренцо Куинна. Скульптор запомнился и полюбился многим ценителям необычного современного искусства, а также жителям города еще со времен Венецианского биеннале 2017 года, на котором была представлена его выразительная композиция "Поддержка". Скульптура, выполненная в виде двух огромных рук, поддерживающих здание пятизвездочного отеля, была посвящена, прежде всего, теме глобального изменения климата (рисунок 3). Тема климата, экологии, природы больше других тревожит мастера [2].



Рисунок 3 – Фотография Скульптура, выполнена в виде двух огромных рук

Рисунок 4 – Инсталляция "Строительство мостов"

Новая инсталляция под названием "Строительство мостов" представляет собой шесть пар гигантских рук, протянутых над каналом в венецианском Арсенале, который является одним из самых удивительных памятников средневековья и самым крупным промышленным комплексом того времени (рисунок 4). Не случайно скульптор выбрал для своей композиции именно эту часть города. Как говорит сам Лоренцо, в Арсенале раньше строились корабли, которые путешествовали по всему миру, благодаря чему развивались торговые пути между Венецией и Дальним Востоком, и укреплялись культурные и социальные связи между разными народами [3].

Куинн отмечает, что через скульптуру "Строительство мостов" он пытался показать людям, как важно идти навстречу друг другу и объединяться для достижения общего блага. Скульптура состоит из шести мостов, сотворенных из гигантских человеческих рук, и каждый из мостов

символизирует что-то свое - ум, надежду, помощь, веру, дружбу и любовь. По словам создателя инсталляции, пять мостов - это пять континентов, а шестой мост означает любовь, которая все эти континенты связывает. Автор проекта считает, что именно любовь поможет представителям разных стран и народов мирно развиваться, преодолевать разногласия и избегать конфликты.

А как грандиозно выглядит скульптура ночью представлено на фотографии на рисунке 5.



Рисунок 5 – Инсталляции "Строительство мостов" в ночное время

Самыми запоминающимися произведениями Куинна являются скульптуры, изображающие человеческие руки. Если внимательно присмотреться к его работам, то можно обнаружить, что свое вдохновение автор черпал в произведениях Микеланджело, Бернини, Родена. Руки всегда очаровывали и вдохновляли творца, так как с их помощью он мог передать прямые и понятные всем людям послания. Плюс ко всему, скульптор - итальянец, а, как известно, итальянцы - народ очень темпераментный и язык жестов у них довольно красноречив и разнообразен.

В заключение, хочется сказать, что мы должны знать не только мосты, построенные в нашем регионе, но и всемирно известные мосты.

В ходе работы над статьей, мы пришли к выводу, что сооружение моста крайне ответственное и недешевое дело, а их размеры и дизайн нередко выходят за пределы привычного. Умение сооружать мосты еще с древних времен считалось вершиной инженерного искусства. Современные технологии строительства очень разнообразны. Они учитывают географические особенности положения, нужды людей, а также себестоимость строительства. Строительство этих грандиозных сооружений объединяет людей, делает их единым целым [4].

## Список использованной литературы

- 1 <https://ru.designideashome.com/2018-08-09-golden-bridge-vietnam-hands-ta-landscape-architecture>
- 2 [https://vk.com/wall-164437505\\_2288?z=photo-164437505\\_457243184%2Fwall-164437505\\_2288](https://vk.com/wall-164437505_2288?z=photo-164437505_457243184%2Fwall-164437505_2288)
- 3 <https://fb.ru/post/art/2019/6/19/110573?ysclid=lnle90na18761650492>
- 4 <https://school-science.ru/6/2/36527?ysclid=lnlgbyk3113258501>
- 5 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII-й Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 55–58.
- 6 [Иновационные технологии строительства](#) / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 7 Проектные решения сооружений улично-дорожной и транспортной сети / О. А. Орешкина, Н. А. Суворова // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. – Рязань - 2021. С. 237-242.
- 8 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII-й Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 55–58.
- 9 Особенности проектирования транспортных сооружений Н. А. Суворова, Э. О. Талалаева // Сб.: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 54–58
- 10 Суворова, Н. А. Технология проведения инженерно-геодезических изысканий / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Наука и образование XXI века: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 106-109.
- 11 Суворова, Н. А. Строительство исторических сооружений – мосты [Текст] / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина, Э. О. Талалаева // Сб.: Материалы XII-й Международной студенческой научно-практической конференции. - 2020. С. 77-80.
- 12 Суворова, Н. А. Особенности строительства мостов [Текст] / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина, // Сб.: Материалы XII-й Международной студенческой научно-практической конференции. Рязань - 2020. - С. 72-74.
- 13 Конструктивные особенности мостов [Текст] Н. А. Суворова, Е. А. Майорова // Сб.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». 2020. С. 153-157.

Горлова Е. А., студентка 4 курса направления подготовки  
Строительство, Современный технический университет, г. Рязань  
Научный руководитель – Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

Задачей эксплуатации мостов является обеспечение удобного и безопасного движения по ним автотранспорта. Для этого необходимо



производить на мостах повседневный уход, наблюдение за их состоянием и исправление возникающих дефектов и неисправностей.

Мосты подвержены различным воздействиям: выщелачиванию бетона, образованию трещин и сколов бетона, коррозии металла, гниению древесины, деформации и разрушению элементов от проходящего транспорта, которые постепенно снижают прочность и эксплуатационную надежность мостов. Происходит физический износ, ограничивающий срок их службы. Кроме физического износа, происходит моральное отставание мостов от возрастающих требований транспорта в связи с увеличением нормативных расчетных нагрузок и скоростей движения.

Старые мосты по грузоподъемности не отвечают современным требованиям автодвижения. Их необходимо заменять новыми, с увеличенной грузоподъемностью и расширенными габаритами, но строить новые мосты в большом количестве очень дорого. Поэтому рациональная организация эксплуатации мостов предусматривает не только их тщательное содержание и плановые ремонты, но и их усиление и реконструкцию.

При увеличении интенсивности автодвижения и при переходе дороги в повышенную техническую категорию производится реконструкция мостов, при которой делается их капитальное переустройство – увеличиваются габариты, грузоподъемность и другие параметры.

Своевременная реконструкция мостов позволяет увеличить срок службы, поэтому она является рациональной организацией и составной частью эксплуатации мостов.

Срок службы моста определяется физическим и моральным износом конструкции. Физическим износом считается накопление дефектов и расстройств элементов моста, из-за чего сооружение перестает воспринимать необходимую нагрузку. Моральный износ – это несоответствие возможностей моста возросшим требованиям по грузоподъемности, интенсивности, скорости и безопасности движения.

Сроки службы по физическому износу для деревянных мостов при средних климатических условиях составляет 15-20 лет. Для металлических мостов – 80-90 лет, для железобетонных монолитных мостов – 60-70 лет, а для сборных – 40-50 лет. Указанные сроки службы могут быть увеличены путем усиления и реконструкции.

Габариты мостов после реконструкции должны назначаться в зависимости от перспективной категории дороги, указанной в СП 34.13330.2012.

Под реконструкцией моста в общем случае понимается приспособление его к новым, изменившимся эксплуатационным требованиям и нормам. В частности, необходимость реконструкции эксплуатируемых мостов возникает в связи с изменением основных характеристик сооружения: грузоподъемности, габарита, статической схемы и др. Необходимость таких работ вызывается в основном неудовлетворительным физическим состоянием несущих элементов моста, недостаточной их

грузоподъемностью, габаритами, а также изменением условий эксплуатации дороги или пересекаемого мостом водного или иного пути.

Особое значение имеет своевременное проведение реконструкции моста. Если мост реконструируется преждевременно, то это омертвляет соответствующую часть средств и поэтому экономически невыгодно. К экономическому ущербу приводит также запаздывание реконструкции, так как несвоевременная подготовка моста к новым условиям эксплуатации препятствует нормальной работе транспорта.

Реконструкция мостов производится несколькими способами в зависимости от повреждений. Уширение пролетных строений: проводится, если уже имеющиеся конструкции обладают достаточной несущей способностью и увеличение их количества в поперечном направлении не приведет к снижению их грузоподъемности. Уширение пролетных строений с усилением: применяется, когда несущие элементы моста имеют недостаточную грузоподъемность или утратили её. Усиление элементов моста без уширения проезжей части подходит, когда существующие элементы конструкции утратили несущую способность. Полная замена существующих пролетных строений и полная перестройка моста требуются, когда необходимо увеличить отверстия моста или увеличить высоты мостового габарита.

Способы уширения следует выбирать в зависимости от требуемой величины габарита, установленной для перспективной категории дороги. При этом необходимо учитывать конструкцию и физическое состояние существующего моста и его расположения в плане и продольном профиле.

В зависимости от величины увеличения габарита различают несколько способов уширения железобетонных мостов за счет:

1. Удлинения тротуарных консолей на 0,5 м смещения положения тротуаров;
2. Уширения на 2 м установкой дополнительных балок с опиранием на удлиненный ригель и опорный столик;
3. Удлинения тротуарной консоли на 1,0 м с опиранием на диафрагму и смещения положения тротуаров;
4. Уширения габарита на 2-2,5 м накладными плитами;
5. Сооружения дополнительных опор, удлинения ригеля и установки дополнительных балок с уширением габарита на 3,5-4,0 м;
6. Установки приставных балок на уширенных опорах.

Каждый из указанных способов может быть использован при уширении мостов с пролетными строениями ребристыми сборными или монолитными, а также балками другого типа.

Рассмотрим один из способов подробно – уширение габарита пролетных строений накладными плитами, производится на 2,0-2,5 м. Уширение состоит из двух крайних рядов накладных сборных плит и среднего ряда из монолитного бетона (рис.). Если мост имеет достаточную

ширину, автодвижение на мосту в период работ по уширению может не прерываться, а происходить на половинах ширины моста.

Сначала на одной половине моста разбираются перила, ограждения и тротуары, убирается дорожная одежда и гидроизоляция. На середине моста ставится ограждение для безопасности движения. На уширяемой половине очищается и выравнивается поверхность плиты балки. На подготовленную поверхность кладется тонкий слой цементного раствора.

На поверхность, покрытую раствором, укладывают крайний ряд сборных накладных плит шириной 1,0 м с выпусками арматурных стержней на поперечных кромках. Продольная кромка сборных плит имеет уступы с выпусками арматуры 5. После укладки плит на пролете одной стороны моста поперечные швы сборных плит с арматурными выпусками бетонируются. На этой половине моста устраивается дорожная одежда, ставятся ограждения, перила, устраиваются тротуары, и на эту половину моста переводится автодвижение.

Так же устраивается уширение на другой половине моста. Затем бетонируется монолитным бетоном средняя часть моста между уступами и устраивается дорожная одежда.

У мостов, уширенных накладными плитами, при испытании наблюдались сдвиги этих плит при проходе по мосту тяжелой нагрузки. Поэтому при уширении этим способом предусмотрена постановка металлических штырей, соединяющих накладные плиты с основной плитой моста над ребром балки и диафрагмами, для включения в совместную работу и увеличения сжатой зоны пролетного строения. Штыри ставятся в просверленные отверстия диаметром 20 мм.

Для уширения пролетных строений накладными плитами требуются большой объем материалов (плиты) и немалая трудоемкость, но этот способ позволяет обойтись без уширения опор.

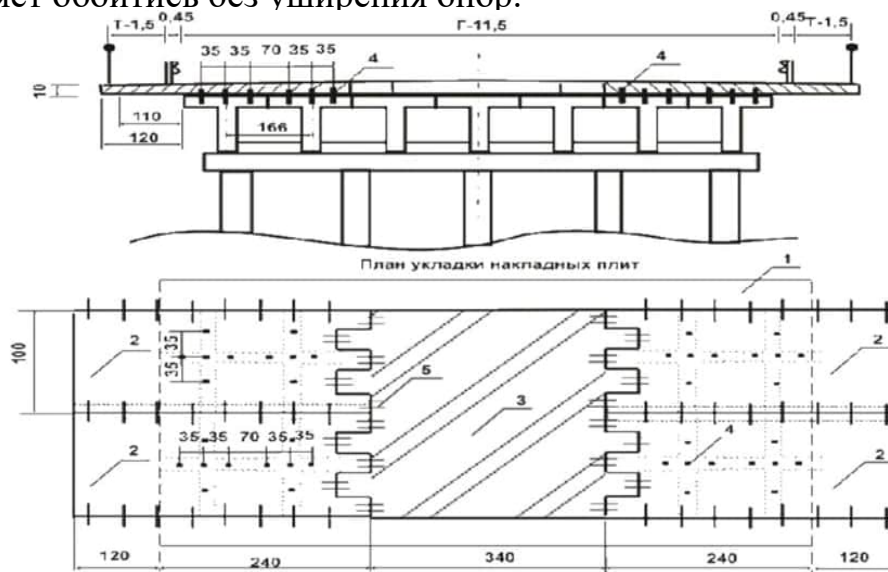


Рисунок 1 – Уширение габарита моста накладными плитами:

1 – плита существующего моста; 2 – боковые накладные плиты уширения; 3 – средний участок монолитного бетона; 4 – металлические штыри против сдвига накладных плит; 5 – уступы сборных плит с выпусками арматуры

Сейчас, этот способ реконструкции производится, как правило, без использования сборных плит, так как все переходят на монолит. Технология точно такая же, но вместо боковых накладных плит уширения, ставят опалубку и заливают монолитно, с арматурными выпусками.

Таким образом, комплекс мероприятий, направленных на восстановление работоспособности или исправного состояния сооружения, необходимо проводить вовремя и не только для мостов, но и для любых других строений. Также, важно выбрать наиболее экономичный и подходящий для конкретного сооружения способ реконструкции. Рациональный подход к этому вопросу позволит грамотно провести реконструкцию и значительно продлить срок службы сооружения.

#### Список использованной литературы

- 1 Осипов, В. О., Козьмин, Ю. Г., Анциперовский, В. С., Кирста, А. А. Содержание и реконструкция мостов. Учебник для вузов ж.д. транспорта – М.: Транспорт. 1986. – 327с.
- 2 Дементьев, В. А., Волокитин, В. П., Анисимова, Н. А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах. Учеб. пособие. Воронеж. гос. арх.-строит.ун-т. – Воронеж, 2006. – 116с.;
- 3 СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги
- 4 СП 35.13330.2010. Мосты и трубы

УДК 69

Суворова Н. А., к. п. н., доцент,  
Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент,  
Современный технический университет, г. Рязань, РФ,  
Рыжук Г. Т., студент, АлтГТУ имени И. И. Ползунова. г. Барнаул, РФ

### ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН

Асфальтосмесительная установка AMMANN UNIVERSAL башенной компоновки работает по классической башенной технологии, производительностью 240 т/ч. Блочная конструкция позволяет выполнять монтаж в сроки, при этом габариты узлов и агрегатов позволяют их транспортировать автомобилями или по железной дороге. Автоматическая система управления технологическим процессом позволяет выпускать все виды асфальтобетонной смеси, в том числе черный щебень и щебеночно-мастичный асфальтобетон.

На сегодняшний день технология обустройства верхних слоев дорожного покрытия щебеночно-мастичным асфальтобетоном является наиболее перспективной. Щебеночно-мастичный асфальтобетон относится к

горячим асфальтовым смесям, поэтому требует разогрева перед укладкой, а также последующего уплотнения.

В России постоянно растет объем применения данной технологии, т.к. она имеет ряд значительных преимуществ перед остальными покрытиями.

Долговечное дорожное покрытие из ЩМА обладает более высокой устойчивостью к различным разрушающим воздействиям, деформации, колееобразованию, чем покрытия из других марок асфальта.

Кроме того, усовершенствованное покрытие из ЩМА превосходит покрытия из других марок асфальта по ряду важнейших эксплуатационных характеристик, напрямую влияющих на безопасность и комфорт, а именно: повышенный коэффициент сцепления; пониженное бликообразование; низкий уровень шума.

Эти преимущества в наибольшей степени проявляются на влажном покрытии, то есть когда это особенно важно.

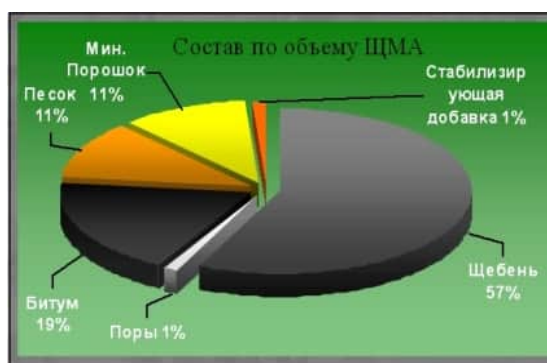


Рисунок 1 - Состав по объему ЩМА

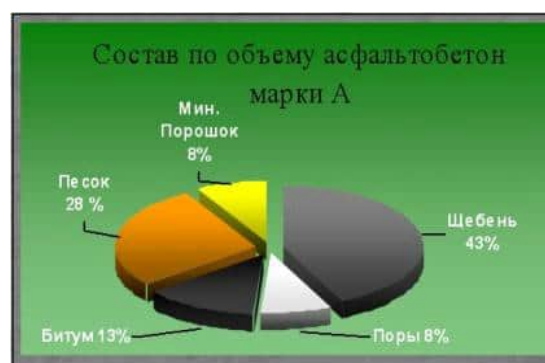


Рисунок 2 - Состав по объему асфальтобетона марки А.

Преимущества ЩМА перед другими марками асфальта в большой степени обусловлены присутствием в составе смеси повышенного содержания каменного материала – щебня (на 20-30% больше по сравнению с асфальтобетонными смесями типа «А»), битумного вяжущего (от 5,5 до 8%) по сравнению с традиционными горячими смесями и минерального порошка. При движении транспорта зерна крупных фракций щебня контактируют между собой, и нагрузка равномерно распределяется на значительной площади покрытия, таким образом, предотвращается неравномерный износ покрытия и образование колеи. В то же время мелкие фракции щебня вместе с песком и минеральным порошком, смешавшись с битумом, образуют «мастику», заполняющую поры покрытия, придавая ему прочность, препятствуя попаданию воды и его разрушению. Кроме состава смеси немалую роль играет прочность и геометрическая форма самого щебня, а также его гранулометрический состав.

Для ЩМА применяется щебень из твердых горных пород, кубовидной формы, узкого диапазона размера зерен.

При укладке ЩМА важно строго соблюдать технологию, а именно, смесь должна укладываться горячей (не ниже 140<sup>0</sup>С), но переуплотнения покрытия не допускается. При соблюдении технологии на всех этапах производства и укладки, ЩМА проявит все положительные свойства.

В ЩМА добавляют стабилизирующие добавки – один из структурообразующих компонентов позволяющих увеличить толщину битумной пленки. Предотвращая его стекание из смеси при транспортировке, укладке и обеспечения однородности (рис. 3). Они изготавливаются из различных волокон (целлюлоза, полимерное волокно, минеральное волокно и т.п.) и, равномерно распределяясь в смеси при перемешивании, выполняют функцию микроскопического каркаса, армирующего битум и предотвращая его стекание из готовой смеси.



Рисунок 3 - Стабилизирующие добавки

Компания «VIATOR» предлагает использовать для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона качественную Российскую стабилизирующую добавку, Гранулированный стабилизатор «VIATOR 66», содержащий 66% целлюлозного волокна и 34% битума БНД 70/100, наряду со своими положительными техническими характеристиками, обладает существенным экономическим преимуществом перед зарубежными аналогами:

- высокая термостойкость. Волокно не обгорает, не оплавляется и не теряет своих свойств под воздействием температуры, что дает возможность применения меньшего технологического контроля над температурой при смешивании с разогретым каменным материалом;

- высокая прочность виатоповского волокна на разрыв придает повышенную прочность асфальтобетону;

- способность волокна пушиться на более мелкое, а не истираться в пыль улучшает армирующие свойства добавки;

- волокно не подвержено воздействию сырости, бактерий, грибков и грызунов, так как является неорганическим веществом, поэтому нет

необходимости сооружать специальные отапливаемые склады для его хранения.

Экономическое обоснование применения ЩМА и их сравнение по стоимости с асфальтобетоном марки «А» приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Экономическое обоснование применения ЩМА

Материал	Ориентировочная стоимость материалов, руб./т.	Содержание в смеси, % по массе.	
		ЩМА	Асфальт марки «А»
Щебень фракции 5-10	485	53	
Щебень фракции 10-15	485	19	
Щебень фракции 5-20	355		55
Песок из отсевов дробления	310	14	35
Минеральный порошок	1050	14	10
Битум (сверх 100% минеральной части)	6900	6,4	4,5
Стабилизирующая добавка	25000	0,4	
Итого, стоимость 1 тонны асфальтобетонной смеси, руб.		1081	719
Рекомендуемая толщина слоя покрытия, см.		4	5
Средняя плотность смеси, тн/м <sup>3</sup> .		2,55	2,5
Стоимость 1 м <sup>2</sup> готового покрытия, руб./м <sup>2</sup> .		111	90

Таким образом удорожание на 1 м<sup>2</sup> при применении ЩМА составляет не более 20%. Учитывая то, что долговечность покрытия из ЩМА в полтора-два раза выше, чем долговечность покрытия из асфальтобетона марки «А» можно сделать вывод об экономической эффективности применения щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Дополнительным удобством в применении данного покрытия является увеличенный межремонтный срок, что облегчает дорожную обстановку в период проведения ремонтных работ.

#### Список использованной литературы

- 1 Форум инженеров. Режим доступа: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1608481>
- 2 Байков, В. Н., Сигалов, Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. Для вузов. - 5-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 2009 – 768 с.
- 3 Попов, А. С. Практические аспекты применения модифицированного сероасфальтобетона / А. С. Попов, Н. А. Суворова // Сб.: инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы национальной науч.–практ. конф. – 2016. – С. 178–181.
- 4 Техничко-экономическое обоснование возведения насыпи на слабом основании/ В. С. Пыжов, Е. Э. Ждарыкина, О. П. Гаврилина и др. // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – 2020. – С. 391-395.



- 5 Проектирование транспортной развязки Краснодарское кольцо Сочи" / Гаврилина О. П., Самсаков Н. А. // Сб.: Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития. – Рязань, 2013. С. 180-182.
- 6 Ремонтировать или проектировать бездорожье / Э. О. Талалаева, Р. А. Чесноков // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. С. 410-412
- 7 Бойко, А. И. Повышение рентабельности строительства / А. И. Бойко // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-й международной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. - Часть II. – 151 с. Стр. 27-30.
- 8 [Инновационные технологии строительства](#) / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 9 Принципы и методы защиты бетона материалами строительной химии / Е. А. Майорова, Н. А. Суворова // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 374–378.
- 10 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII-й Международной студенческой научно-практической конференции. // Сб.: Современный технический университет. 2020. – С. 55–58.
- 11 Полимерно-битумный гидроизоляционный и кровельный материал / Э. О. Талалаева, Н. А. Суворова // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений. – Рязань РГАТУ. 2020. – С. 404-407.

УДК 699.86

Суворова Н. А., к. п. н., доцент,  
Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент, Чадаев М. В., магистрант, Современный  
технический университет, г. Рязань, Рыжук Г.Т., студент, АлтГТУ имени  
И. И. Ползунова, г. Барнаул

## **СРАВНЕНИЕ ИНВЕРСИОННОГО И ТРАДИЦИОННОГО МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КРОВЛИ**

С каждым годом растет популярность устройства эксплуатируемой кровли, как в частном, так и в коммерческом строительстве.

В коммерческом строительстве плоская кровля является дополнительным источником постоянного и фактически пассивного дохода, который приносит здание своему владельцу. Как правило, там размещают площадку кафе или ресторана. Также можно обустроить и небольшой бассейн с зоной отдыха для жильцов жилищного комплекса.

Продуманное использование эксплуатируемой кровли ощутимо повышает рыночную стоимость любого коммерческого объекта. Помимо



этого, зачастую, по причине большого количества обслуживающего и вентиляционного оборудования, на объекте нет технической возможности создать скатную кровлю и поэтому возникает вопрос – как использовать и обустроить плоскую кровлю.

Рассмотрим эскизный проект Торгового центра с ярмаркой по адресу г. Москва, ул. Никулинская, д. 21, разработанного в сотрудничестве с производителем листового тянутого стекла ООО «Витросфера», для участия в конкурсе по устройству павильона при проведении круглогодичных ярмарок. Компания приняла участие в строительстве многих крупных объектов. В том числе продукция для остекления ряда ЖК в Москве: ЖК «Событие», ЖК на Варшавское шоссе, ЖК «Форест», ЖК «Дом на Тишинке», ЖК «Балтийский» на Старопетровском, на Тульской СУ-5, Завода Туполев (ПСК ГОСТ) и других.

Участок площадью 4830 м<sup>2</sup> расположен в районе Тропарево-Никулино Западного Административного округа г. Москвы вдоль ул. Никулинская, вблизи станции метро «Озерная».

Эскизный проект предполагает создание на данной площадке центра притяжения для жителей района. Для этих целей проектом предусмотрены:

- устройство эксплуатируемой кровли;
- создание пешеходной зоны;
- современный внешний вид, гармонирующий с колористическим решением ремонтных работ существующего здания;
- использование современных материалов отделки фасадов;
- высокий класс энергоэффективности здания.



Рисунок 1 – 3D вид  
центрального фасада



Рисунок 2 – 3D вид  
эксплуатируемой кровли

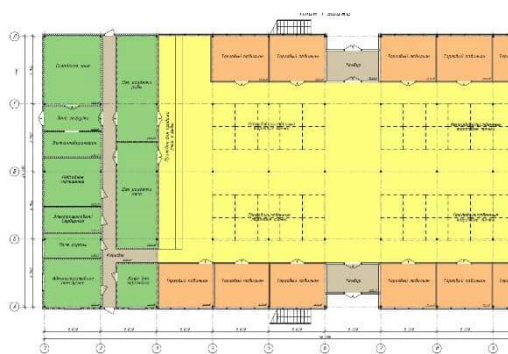


Рисунок 3 – План первого этажа



Рисунок 4 – План кровли

За отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1-го этажа.

Здание некапитального временного строения с выполнением каркаса на основе болтовых соединений, позволяющих выполнять свободный монтаж и демонтаж несущих конструкций, одноэтажное, имеет размер в осях 50,00 x 24,00 м, шаг колонн 6 x 5 м.

Фундамент – утепленная шведская плита. Несущий остов – полный металлический каркас. Покрытие – совмещенное с утеплением плитами LOGICPIR. Кровля – эксплуатируемая по ПВХ мембране. Стеновое наружное ограждение – витражное остекление с использованием утеплённых стеклопакетов, стеновые панели типа «сэндвич». Отделка фасадов – металлические перфорированные окрашенные фасадные кассеты.

Эскизный проект разработан для условий строительства во II климатическом районе. Зона влажности - нормальная. Класс ответственности здания – II. Степень долговечности – II. Степень огнестойкости – IV. Расчет конструкций произведен на эксплуатационные и атмосферные нагрузки в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Площадь совмещенного кровельного покрытия составляет 1415.00 м<sup>2</sup>. Высокий класс энергоэффективности достигается за счёт использования современных активных утеплителей в конструкции фундамента и покрытия, а также современных материалов ограждающих конструкций здания.

В качестве покрытия в проекте предусмотрена эксплуатируемая плоская кровля с пешеходными и зелеными зонами.

Теплоизоляционные материалы для устройства эксплуатируемой кровли подбирают с особой тщательностью, учитывая режим её эксплуатации, а именно: высокая стойкость к нагрузкам; высокое тепловое сопротивление (низкий коэффициент теплопроводности); низкое водопоглощение (для утеплителей в инверсионных кровлях); материалы негорючие или с низкой группой горючести; стабильность размеров; защита утеплителя от пара (для традиционных кровель).

Для разных типов кровель используются разные виды материалов. В традиционных кровлях теплоизоляция расположена ниже слоя гидроизоляции.

Рассмотрим теплоизоляционные материалы, применяемые для устройства эксплуатируемой кровли, и сравним их характеристики.

Пенополистирол (ППС), Экструдированный пенополистирол (ЭППС), PIR (пенополиизоцианурат), Каменная (базальтовая) вата.

Чем ниже теплопроводность, тем лучше материал проводит тепло. Наиболее низкий показатель имеет PIR, но сама по себе характеристика не является критерием для выбора. Важно смотреть на тепловое сопротивление всей конструкции и её конечную стоимость.

Увлажнение снижает теплоизоляционные свойства материала (повышает теплопроводность), поэтому в любых конструкциях утеплители стараются изолировать от влаги.

Влага может попадать в утеплитель с улицы (осадки, талый снег) и из внутренней части здания (пар). В традиционной системе плоской кровли утеплитель наиболее защищен, но она требует дополнительных расходов на пароизоляцию. В инверсионной кровле необходимо решать проблему отвода излишков влаги.

Наименьшим водопоглощением и минимальной паропроницаемостью обладает экструдированный пенополистирол и PIR - они не нуждаются в устройстве дополнительной вентиляции. Самым неудачным в этом отношении материалом будет минеральная вата.

Если кровля эксплуатируемая, то она подвергается постоянным механическим воздействиям. Если утеплитель не закрыт стяжкой и имеет недостаточную прочность на сжатие, то со временем на нем появятся вмятины, которые испортят разуклонку. В результате этого вода не будет уходить через водостоки, а останется в виде луж. Для полимерных утеплителей плотность для скатных и плоских кровель не будет отличаться, а для минеральных ват этот показатель должен быть выше.

Таблица 1 - Теплоизоляционные материалы, применяемые для устройства эксплуатируемой кровли

	Теплопроводность (Вт/м*К)	Водопоглощение (%)	Класс горючести	Воспламеняемость	Дымообразование	Токсичность	Плотность (кг/м.куб.)	Прочность на сжатие (кПа)
<b>ППС – 15</b>	0,039	1,5	Г3	В2	Д2	Т3	15	100
<b>ЭППС 30</b>	0,029	<b>0,3</b>	Г4	В2	Д3	Т2	30	200
<b>Базальтовая вата</b>	0,040	1	<b>НГ</b>	-	Д2	Т2	110	40
<b>PIR</b>	<b>0,021</b>	1	Г4	В2	Д2	Т3	30	120

Гидроизоляционный материал целесообразно выбирать из двух вариантов: гидроизоляция на битумной основе и ПВХ мембрана.

Гидроизоляция на битумной основе имеет ряд **недостатков**: при эксплуатации под солнечными лучами присутствует постоянный запах битума; быстро разрушается под действием ультрафиолета;

непривлекательный внешний вид; на готовом покрытии видны стыки; сложная чистка и уборка поверхности; не может применяться в местах даже с незначительной пешеходной нагрузкой. **Преимуществом** гидроизоляции на битумной основе служит демократичная цена и легкий локальный ремонт.

ПВХ мембрана применяется на коммерческих объектах большой площади (от 400 кв.м.). После нанесения мембрана образует единый «ковер», но не имеет достаточно глубокой адгезии к основанию. По своему применению мембрана бывает нескольких видов: балластной (засыпается сверху щебнем); открытой; прижимной (закрепляется воронками и планками). Открытая кровля с покрытием из ПВХ мембраны не подлежит эксплуатации и регулярным нагрузкам. Ее можно использовать только при условии обустройства поверх нее напольного покрытия с помощью дополнительных конструкций.

Проанализировав достоинства и недостатки методов устройства плоской эксплуатируемой кровли, теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов, для данного проекта был выбран следующий пирог покрытия (рис 6)



Рисунок 5 – Пирог покрытия плоской эксплуатируемой кровли

Проектом предусматривается традиционный способ устройства кровли с активным утеплителем LOGICPIR, который обладает высокими прочностными и огнезащитными свойствами и низкой теплопередачей. В качестве гидроизоляционного материала предусмотрена полимерная мембрана, защищенная от пешеходной и эксплуатационной нагрузки слоями геотекстиля и гибкой тротуарной плиткой.

#### Список используемой литературы

- 1 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
- 2 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
- 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
- 4 ГОСТ 30494-96 «Параметры микроклимата в помещении»

- 5 Проблемы современных монолитных домов в России / Е. Н. Бурмина, Н. А. Суворова, А. В. Томаля, И. И. Ковяров // Сб.: Наука и образование XXI века Материалы XIII–й Международной научно–практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 60–63.
- 6 Бурмина, Е. Н. Возведение ограждающих многослойных конструкций на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г. Рязани / Е. Н. Бурмина, М. И. Зубков, Н. А. Суворова // Сб.: Наука и образование XXI века: Материалы XII международной науч.–практ.конф. – Рязань: СТУ, – 2018. – С. 74–76.
- 7 Самарин, О. Д. Особенности теплопередачи в современном энергоэффективном остеклении / О. Д. Самарин, П. В. Винский // Жилищное строительство. 2013.№10. С 11-14
- 8 Бойко, А. И., Чесноков, Р. А. [Экономная технология водоснабжения в индивидуальном строительстве](#) / А. И Бойко, Р. А. Чесноков // Сб.: [Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства](#) Материалы Международной научно-практической конференции – Рязань, 2019. - С. 69-71.
- 9 Инновационные технологии строительства / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно–практической конференции, посвященной 20–летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 10 Суворова, Н. А. Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII–й Международной студенческой научно–практической конференции. – 2020. – С. 55–58.

УДК 625.7

Томаля А. В., старший преподаватель,  
инженер-проектировщик 1 категории ООО «Творческая архитектурно-проектная мастерская «ГРАД», Ромашов Е. И., старший преподаватель,  
Пахомова Е. Ф., студентка 4 курса направления подготовки Строительство,  
Современный технический университет, г. Рязань

## **ЖАН ЛУИ ЛАМБО И ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ**

Исторические сведения о возникновении и развитии железобетона являются одним из важных и интересных вопросов в изучении строительных конструкций. В нашей статье мы расскажем об удивительном изобретателе Жане Луи Ламбо, а так же о кораблестроении с применением железобетона [1].

За дату рождения железобетона принято считать 1850 год, когда француз Ламбо изготовил лодку из проволочной сетки и обмазал её цементным раствором, эту лодку продемонстрировали на Всемирной выставке в Париже в 1855 году (рис. 1, 2 ) [2].





Рисунок 1 –  
Жан Луи Ламбо



Рисунок 2 – Бетонная лодка Ламбо в музее  
Бриньоля

Лодка могла успешно держаться на плаву и мало чем отличалась от таковых из дерева. С этого момента началась история бетонного судостроения, которая уже ко второй половине XX века сойдет практически на нет [3].

Ламбо запатентовал судно из железобетона. Всего было построено три лодки по его проекту. Одно такое плавсредство функционировало практически полвека, а два других были подняты со дна озера на юге Франции к столетию указанной выставки. С этого момента фактически история железобетона начала свой отсчет. Интересно отметить, что в 1859 году в российском «Инженерном журнале» появилась заметка «О постройках из цемента и железа», в которой рассказывалось о лодке Ламбо. С тех пор в разных странах началось строительство более крупных бетонных мореплавательных конструкций, но до Первой мировой войны такие суда строили лишь единичными экземплярами. Военные мощности потребовали больше кораблей с большим тоннажем. Промышленной стали не хватало, для деревянных тоже было мало материала, да и они не выдерживали новые паровые двигатели, потому в кораблестроении начали активно использовать железобетон.

К 1919 году было построено больше тысячи бетонных кораблей в Италии, Норвегии, Франции, Швеции, Дании и Германии. Но если за границей про эту технологию забыли с окончанием войны, то в СССР активно продолжили, особенно уже после Второй мировой. Бетонные корабли отличались высокой устойчивостью к динамическим нагрузкам. Например, во время испытаний вплотную к корпусу устанавливали и взрывали 100 кг динамита, но корпус оставался цел.



Рисунок 3 – Корабль из железобетона



Рисунок 4 – Корабль из железобетона. Вид сверху

В целом, такие корабли строить было дешевле, проще, да и сами они были долговечнее. Средняя плотность железобетона в 3 раза меньше, чем у стали.

Бетон огнестойкий, негорючий, не ржавеет от воды, как металл, не портится и от других веществ, например, нефтепродуктов.

Бетонный корпус делали монолитным, а значит, в нем не могло возникнуть щелей и протечек, как в случае с корпусом из стальных листов. Особенно это было актуально в условиях прохождения льдов: металл не так устойчив к давлению ледяных масс.

Конечно, бетон весит намного больше, но это не отменяет закона Архимеда о вытеснении жидкости. Зато тяжелый корабль был более устойчив в штормах.



Рисунок 5 – Фотография заброшенного корабля из железобетона у причала

И все же, были и минусы. Например, такой бетонный корабль требовал больше топлива, а значит и затрат.

Статические нагрузки такому кораблю не страшны, но один сильный удар может сделать отверстие. Впрочем, его можно было быстро заделать свежим раствором.

Одним из плюсов является то, что бетон стоит дешевле металла, прост в работе, потому такие корабли строились быстрее. В их трюмах не образовывался конденсат, потому груз был защищен от влаги.

В заключение статьи, можно сказать, что сама идея железобетонных кораблей и долгие годы практики помогала усовершенствовать конструкцию, как плавательных средств, так и в целом железобетона. В настоящее время кое-где еще используют бетонные суда, но в основном они стоят заброшенными на причалах (рис. 5) [4].

#### Список использованной литературы

- 1 СП 63.13330.2018 Свод правил Бетонные и железобетонные конструкции
- 2 <https://dzen.ru/a/Y8hC8fO9yyUNVxL8>
- 3 <https://dzen.ru/a/ZBDLKp-cs1fwT1rf>
- 4 <https://theinteres.ru/betonnye-korabli-kak-ih-stroili-i-pochemy-oni-ne/>
- 5 [Инновационные технологии строительства](#) / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина // Сб.: Материалы Международной научно–практической конференции, посвященной 20–летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 50–54.
- 6 Бурмина, Е. Н. Возведение ограждающих многослойных конструкций на примере ЖК "Шереметьевский квартал" в г. Рязани / Е. Н. Бурмина, М. И. Зубков, Н. А. Суворова // Сб.: Наука и образование XXI века: Материалы XII международной науч.–практ. конф. – Рязань: СТУ, – 2018. – С. 74–76.
- 7 Конструктивные и технологические решения применения геосинтетических материалов / Н. А. Суворова, Т. А. Федулина, Е. Н. Бурмина // Сб.: Студенческий научный поиск – науке и образованию XII века. Материалы XII–й Международной студенческой научно–практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 55–58.
- 8 Суворова, Н. А. Особенности строительства мостов [Текст] / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина, // Сб.: Материалы XII–й Международной студенческой научно–практической конференции. Рязань - 2020. - С. 72-74.
- 9 Конструктивные особенности мостов [Текст] / Н. А. Суворова, Е. А. Майорова // Сб.: Материалы Всероссийской научно–практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». 2020. С. 153-157.
- 10 Суворова, Н. А. Строительство исторических сооружений – мосты [Текст] / Н. А. Суворова, Е. Н. Бурмина, Э. О. Талалаева // Сб.: Материалы XII–й Международной студенческой научно–практической конференции. – Рязань, 2020.
- 11 Особенности проектирования транспортных сооружений Н. А. Суворова, Э. О. Талалаева // Сб.: Материалы Международной научно–практической конференции, посвященной 20–летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – Рязань, 2020. – С. 54–58.



Барановский А. В., к. б. н., орнитолог  
Рязанского дома белого аиста, г. Рязань

### **КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВКЛАДА РДБА В РЯЗАНСКУЮ ПОПУЛЯЦИЮ БЕЛОГО АИСТА**

Четыре года функционирует рязанский дом белого аиста (РДБА), за это время удалось наладить успешное размножение одной из пар, и появились некоторые данные для оценки вклада этой организации в рязанскую популяцию белого аиста. К концу гнездового сезона 2023 года размножающейся парой РДБА было выращено 14 птенцов. Хотя это количество многократно меньше нормального для статистической выборки количества, низкая скорость воспроизводства аистов заставляет нас или вовсе отказаться от попыток статистического анализа, или проводить их на основании имеющегося объема данных. Вклад в популяцию можно оценивать как число потомков, достигших (или теоретически могущих достигнуть, поскольку прямые наблюдения здесь практически невозможны) репродуктивного возраста, в том числе в сравнении с аналогичным показателем диких птиц на данной территории. По данным научной литературы, возраст первого гнездования у белого аиста составляет от 2 до 7 лет, подавляющее большинство птиц впервые приступает к размножению в 3-4-летнем возрасте [8]. Для расчетов теоретически ожидаемого числа особей, доживших до этого возраста, используем имеющиеся в научной литературе данные по выживаемости аистов в зависимости от возраста. Поскольку по нашему региону таких данных нет, возьмем приведенные для Европы. Смертность аистов на юго-западе Германии в 1950-1959 годах для годовиков составляла 60,4%, для аистов, старше 1 года, — 25,8%. В 1960-1976 годы, когда произошло резкое сокращение численности западной популяции, смертность была равной, соответственно, 74,2 и 26,5% [9]. В Баварии смертность однолетних птиц составляет 60,0%, двухлетних – 26,5%, трёхлетних 19,9%, затем она стабилизируется на уровне около 18% [10]. Для построения нашей математической модели возьмем данные по второму из этих источников, как более дифференцированные по возрастным группам.

У единственной размножающейся пары аистов из рязанского дома белого аиста - Гоши и Русланы - к моменту написания этой статьи выращено 14 птенцов за 4 года.

Дальнейший теоретически наиболее вероятный ход событий показан на графике (рис. 1).

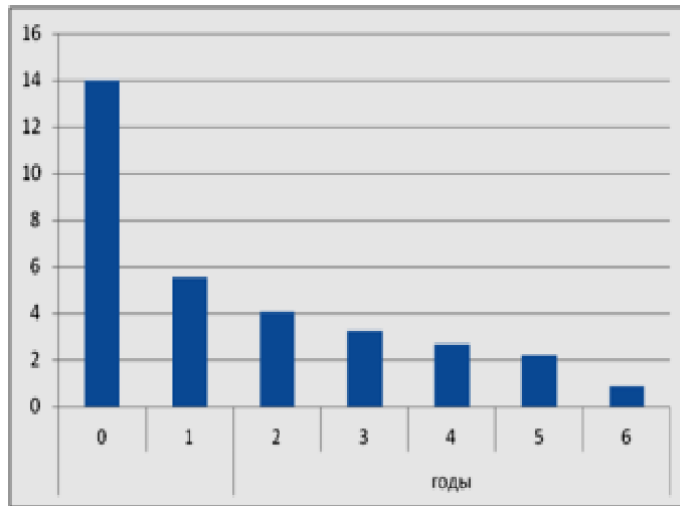


Рисунок 1 - Теоретическая модель редукции численности потомства Гоши и Русланы

Надо учесть, что в данном случае график служит не вполне точной моделью реальности, поскольку и выборка у нас небольшая, и птенцы появились не за один год, а за четыре. Так или иначе, отчетливо видно, что к трем-четырем годам, когда молодые птицы должны приступить к первому гнездованию, из 14 родившихся у этой пары птенцов должны остаться три птицы, а к пяти годам - пара. К восьми годам теоретически ожидаем доживание одной особи.

Если мы попытаемся построить график, исходя из реального распределения потомства этой пары по годам – в первый год два птенца, затем последовательно – три, четыре и пять, то график приобретает следующий вид (рис. 2):

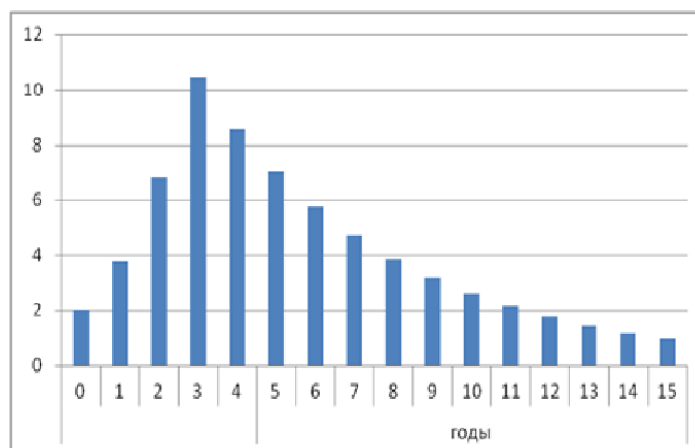


Рисунок 2 - График ожидаемой редукции потомства Гоши и Русланы с учетом реальной динамики появления птенцов

Здесь у нас в математической модели заложено условие, что потомство 2023 года было последним (не потому, что больше эта пара размножаться не

будет, а просто мы не знаем, какова будет ситуация в последующие годы). Поскольку птицы, родившиеся в разные годы, оказываются разновозрастными и далее, по этому графику сложно сказать, сколько особей уже достигли половозрелого возраста, а сколько – еще нет. Все же на графике видно, что к моменту достижения трехлетнего возраста особями из выводка 2023 года ожидаемое количество выживших потомков составит примерно три пары (это прогноз на 2026 год).

Сравним расчетные данные для рязанского дома белого аиста с таковыми для популяции вида в области.

По имеющимся в публикациях данным [1, 2, 4-7], белый аист в Рязанской области – относительно недавний вселенец, сохраняющий пока низкую численность, с тенденцией к очень медленному, но неравномерному росту. До 2020 года дикими аистами в Рязанской области было выращено 268 птенцов [5]. На основании примененной нами математической модели, это дает к третьему году жизни около 30 потенциальных пар, к четвертому – около 25, именно столько птиц должно бы достигать на нашей территории половозрелости.

Но в силу каких-то неизвестных пока причин такого прироста не наблюдается, и до сих пор в области гнездится не более полутора десятков пар. Таким образом, более двух сотен молодых, выращенных дикими аистами, не дали ощутимого прироста популяции, имеющийся прирост носит не экспоненциальный, а линейный характер [5].

Одной из наиболее вероятных причин может быть более высокая смертность, чем использованные для расчетов показатели (поскольку данные по смертности для нашего региона отсутствуют, использовались материалы для другого региона и за другой хронологический период). Столь же вероятной причиной может оказаться откочевка родившегося на территории Рязанской области молодняка для гнездования в другие регионы. Для объяснения динамики рязанской популяции аистов необходимы в первую очередь серьезные исследования биологии, поведения, миграций птиц, с одновременным изучением динамики климата, кормовой базы, площади пригодных биотопов, причем не только в нашем, но и в сопредельных регионах. В качестве первого этапа работ для проверки двух основных гипотез (высокая смертность или откочевка молодняка) полезным было бы кольцевание потомства диких аистов. Подготовка к этой работе, в частности, инвентаризация гнезд, установление возможности работ на них, была начата в 2022 году [3]. Однако дальнейшие работы в данном направлении были прекращены по решению спонсора и технического отдела РДБА, таким образом, сделано все, чтобы эти данные так никогда и не были получены.

Особо следует подчеркнуть, что, поскольку сотни выращенных дикими аистами птенцов не дали заметного прироста популяции, сложно ожидать такого эффекта от менее чем двух десятков выращенных в вольере птенцов. До сих пор, размножающаяся пара в питомнике всего одна, несмотря на попытки заставить гнездиться и другие пары. Таким образом, она является

своеобразным артефактом. Крайне дорогостоящий проект, к тому же оказывающий весьма неоднозначное воздействие на местные биотопы в целом, существует уже четыре года при весьма скромных результатах.

#### Список использованной литературы

- 1 Бабушкин, Г. М. Аист белый в Рязанской области / Г. М. Бабушкин, С. Г. Кирсанова // Экология и эволюция животных / Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ. Рязань. 2004. – С. 10-11.
- 2 Барановский, А. В., Гнездящиеся птицы города Рязани (Атлас распространения и особенности биологии). / А. В. Барановский, Е. С. Иванов. Монография. Рязань: Издательство «ПервопечатникЪ», 2016. – 367 с.
- 3 Барановский, А. В. Результаты учета гнезд белого аиста в Рязанской области в 2022 г /А. В. Барановский // Наука и образование XXI века: Материалы XVI-й Междунар. научнопракт. конф., 28 октября 2022 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшинковой; Авт. некомм. орг-я высш. образ-я «Совр. техн. ун-т».- Рязань, 2022. – 290 с., электронный ресурс. – С. 95-98 .
- 4 Иванчев, В. П. О заселении белым аистом *Ciconia ciconia* Рязанской области – восточных рубежей экспансии вида / В. П. Иванчев // Мат-лы юбилейн. Научно-практич.конф., посвящ. 80-летию Окского гос. Природн. Биосферн. Заповедника «Роль заповедников России в сохранении и изучении природы» (7-10 сентября 2015 г., пос. Брыкин Бор Рязанской области)// Тр. Окского заповедника. Вып. 34. Рязань. 2015. – С. 149-155.
- 5 Иванчев, В. П. Распространение и биология белого аиста *Ciconia ciconia* в Рязанской области / Иванчев В. П., Маркин Ю. М. // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Вып. 39. Рязань. 2020. - С. 5-25.
- 6 Красная книга Рязанской области. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. Отв. ред. В. П. Иванчев, М. В. Казакова. – Ижевск: ООО «Принт», 2021. – 556 с.
- 7 Красная Книга Рязанской области. Отв. ред. В. П. Иванчев, М. В. Казакова. Изд-е 2-е, переработанное и дополненное, Рязань: НП «Голос губернии». 2011. – 626 с.
- 8 Птицы России и сопредельных регионов: пеликанообразные, аистообразные, фламингообразные. / Андронов В. А., Ардамацкая Т. Б., Артюхин Ю.Б. и др. Отв. ред.: С. Г. Приклонский, В. А. Зубакин, Е. А. Коблик. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 602 с.
- 9 Bairlein, F. Der Bestand des Weißstorches *Ciconia ciconia* in Südwestdeutschland: eine Analyse der Bestandsentwicklung/ F. Bairlein, G. Zink // J. Ornithol. 1979. 120 (1). – P 1-11.
- 10 Schulz, H. *Ciconia ciconia* White Stork. / H. Schulz BWP Update. 1998. 2 (2). P 69-105.

Барановский А. В.,  
к. б. н., орнитолог Рязанского дома белого аиста, г. Рязань

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД РЯЗАНСКОГО ДОМА БЕЛОГО АИСТА

### Введение

Охрана природы в самых разнообразных формах становится все более популярной у населения, что можно отнести к числу несомненных успехов экологического образования. Однако населению не всегда известно, что за кулисами многих природоохранных проектов стоят определенные люди или

социальные слои, основной целью которых является вовсе не охрана природы. При этом даже сама по себе деятельность по спасению тех или иных объектов природы всегда имеет оборотную сторону. Не призывая ни в коем случае отказаться от охраны природы в целом, автор ставит своей задачей на примере одного из проектов показать такую оборотную сторону, весьма приближенно оценив, помимо явной пользы, также наносимый проектом вред природе. Рассматриваются также пути минимизации подобного вреда.

### **Материал и методы**

Исследование выполнено на основе проекта увеличения популяции аистов в Рязанской области, на базе питомника «Рязанский дом белого аиста», где в разное время содержалось одновременно от 2 до 11 птиц. Исходные данные для расчетов получены на основании статистической обработки материалов, полученных в питомнике, а также из открытых источников. Методологической основой работы являлась концепция экологического следа, разработанная [8-10]. В оригинале данная концепция подразумевает расчет площади территории или акватории, которая необходима для нейтрализации наносимого природе вреда конкретным предприятием, населенным пунктом или определенным числом людей. Мы рассматриваем экологический след как дополнительные территории, которые должны быть выведены из состава природных сообществ и вовлечены в хозяйственный оборот для обеспечения функционирования проекта.

### **Результаты и обсуждение**

#### ***Кормление аистов***

Аист – хищник, питающийся в природе различными животными, от насекомых до некрупных рыб (до 300 г) и мелких млекопитающих. Поэтому, по примеру прочих организаций, где содержатся аисты, в питомнике птиц кормят куриными субпродуктами и рыбой. Одна птица съедает на разных этапах годового цикла от 200 до 600 граммов пищи в сутки.

В качестве кормов куриного происхождения в питомнике используются шеи, крылья, сердца и желудки кур. Нетрудно догадаться, что каждое сердце или желудок означает одну особь курицы, которая должна погибнуть, чтобы накормить аиста. Поскольку крылья, сердца, шеи и желудки теоретически могут оказаться частями тела одной курицы, в среднем на одного аиста мы получаем 2,9 курицы в сутки. Учитывая показатели продуктивности бройлеров [1], можно рассчитать, что для их выращивания необходимо 6283 кг зерна, что при урожайности пшеницы в Рязанской области 33 ц/га [2] дает необходимость в 1,9 га дополнительных полей.

Вышеприведенные расчеты весьма условны, поскольку остальные части тела кур не пропадают, а тоже поступают в магазины, где служат

источником пищи для населения. Учесть это обстоятельство можно, произведя расчеты с допущением, что для кормления аистов использовали бы целые куриные тушки. В этом случае мы получаем 0,3 курицы в сутки на одного аиста, 684 кг зерна и 0,21 га. Истина, вероятно, лежит где-то посередине, поскольку в данных расчетах не учитываются потери на всех стадиях птицеводческого процесса – выращивания бройлеров, разделки тушек, хранения, перевозки, просрочки в магазинах и т.д. Не учитываются также потери зерна на всех стадиях его выращивания, от хранения до уборки урожая, и затем потери при изготовлении комбикорма, кормлении бройлеров.

Много или мало – 0,21-1,9 га посевных площадей? Это уничтоженные на той же или большей (полевые дороги, склады, стоянки сельхозтехники и т.д.) площади природные местообитания. Если считать, что распашке подвергаются в основном поймы и другие открытые станции, то в Рязанской области на 1 квадратный километр таких станций обитает  $494,5 \pm 65,16$  особей птиц, относящихся к 49 видам (не считая птиц водно-болотного комплекса, которые тоже испытывают на себе негативное воздействие сельскохозяйственного производства) [3, 4]. Данных по другим группам животных (беспозвоночные, амфибии, млекопитающие) мы не приводим, однако вредное воздействие на них не меньше.

Каков путь минимизации вреда природе в данном случае? Ответ очевиден – перевод аистов на кормовых грызунов, самостоятельно разводимых в питомнике за счет местных кормов, или на отбраковку суточных цыплят.

Рыбную часть рациона аистов составляет килька. При ее лове и переработке, транспортировке до потребителя тоже существуют потери. В литературе нам удалось найти только показатель потерь при переработке, с их учетом выход свежемороженой рыбы составляет 62,9% от поступившей на предприятие [6]. Принимая близкие потери на остальных стадиях производства (лов, транспортировка, продажа), мы получаем при годовой норме на одного аиста 109,5 кг более 250 кг уничтоженной рыбы, из которой до аиста дойдет менее половины. В данном случае единственным путем минимизации вреда природе будет перевод аистов на местные рыбные ресурсы.

Все вышеприведенные расчеты касаются только кормления взрослых птиц. Потребление корма птенцами по мере их роста закономерно увеличивается, и в возрасте более 1 месяца составляет уже 0,8-1,0 кг, а перед слетом с гнезда даже может превышать эти цифры. Затем в течение еще месяца молодые целиком зависят от кормления родителями, которые в питомнике находятся на стандартном рыбно-курином рационе. Таким образом, выводок из 5 птенцов (2023) вместе с родителями и еще одной парой неразмножающихся птиц в течение более чем двух летних месяцев ежедневно потреблял примерно 7 кг корма. Учитывая, что для обеспечения кормом одного взрослого аиста (0,3 кг) требуется дополнительное вовлечение в сельскохозяйственный оборот 1,9 га посевных площадей, то

выращивание молодняка добавляет к этой территории еще примерно 4 га на каждую размножающуюся пару (учитывая, что период интенсивного кормления продолжается не весь год, а около двух месяцев). Таким образом, в течение всего года мы получаем примерную цифру – 8 га посевных площадей на каждую размножающуюся пару. Соответствующее воздействие на дикую флору и фауну также можно легко посчитать.

#### ***Перевозки кормов и других необходимых для птиц грузов.***

Снабжение аистов необходимыми грузами, в частности, кормами, лекарствами и т.д., производится, как правило, два раза в неделю. Источником грузов является г. Рязань. Если пренебречь движением машины по самому городу, и рассчитать выбросы только по трассе между городом и питомником, получаем 80 км пробега в неделю, т.е. 72 г СО, 3,44 г NO, 21,12 г NO<sub>2</sub>, 20,8 г несгоревшего бензина, поступающих в окружающую среду, в частности, атмосферу. Коэффициенты для расчета взяты из [7]. В расчет не включено также воздействие на природу транспорта, перевозящего корма от места их производства до г. Рязань, что особенно велико в случае с килькой, которую везут с побережья Балтийского моря. Снижение вреда природе может быть достигнуто в данном случае только использованием местных кормов.

#### ***Воздействие на природу проводимых биотехнических мероприятий***

Огражденная забором частная территория, на которой находится питомник, по площади составляет около 6 га. На всей этой территории ежегодно проводятся биотехнические мероприятия, предназначенные для создания оптимальных кормовых биотопов белого аиста. Тем не менее, дикие аисты продолжают кормиться вне подверженной биотехники территории, что доказывает отсутствие эффекта от этой деятельности. В частности, в 2023 году специальное исследование с привлечением более тысячи посторонних наблюдателей (такое количество зрителей онлайн-трансляции позволило зафиксировать практически каждое кормление) показало, что дикая пара аистов кормила птенцов исключительно рыбой, добываемой за пределами территории питомника. Регистрация данных происходила по ссылке [[https://dzen.ru/b/ZHy0\\_831eXEmG2iV](https://dzen.ru/b/ZHy0_831eXEmG2iV)]. Биотехнические мероприятия включали распашку части территории и высадку подвергаемого постоянной стрижке газона на остальной ее части, а также создание пруда. Все это практически исключает возможность гнездования на этой территории каких-либо птиц. До начала интенсивной биотехники примерно половина участка представляла собой пойменный луг, другая была занята болотом, куда ранее был расселен ценный кормовой злак – канадский рис. В 2020 году нам удалось до начала преобразования территории исследовать ее орнитофауну. Таким образом, после биотехники орнитологические потери региона составили:

Отряд Гусеобразные

1. Шилохвость – 1-2 пары.
2. Чирок-трескунок – 4-6 пар.

3. Широконоска – 3-5 пар.
4. Хохлатая чернеть – 2-3 пары.

Отряд Журавлеобразные

5. Коростель – 4-5 пар.
6. Погоньш – 4-5 пар.
7. Лысуха – 2-3 пары.
8. Камышница – 1-2 пары.

Отряд Ржанкообразные

9. Чибис – 10-12 пар.
10. Большой веретенник – 3-4 пары.
11. Травник – 3-5 пар.
12. Фифи – 2-3 пары.

Отряд Курообразные

13. Серая куропатка – 1 пара.
14. Перепел – 3-5 пар.

Отряд Воробьинообразные

15. Полевой жаворонок – 5-8 пар.
16. Желтая трясогузка – 7-10 пар.
17. Желтоголовая трясогузка – 3-4 пары.
18. Жулан – 1-2 пары.
19. Речной сверчок – 1 пара.
20. Садовая камышевка – 2 пары.
21. Камышевка-барсучок – 5-7 пар.
22. Серая славка – 3-4 пары.
23. Луговой чекан – 8-10 пар.
24. Соловей – 1 пара.
25. Варакушка – 4-5 пар.
26. Обыкновенная овсянка – 2 пары.
27. Камышовая овсянка – 3-5 пар.

Таким образом, потери орнитофауны в пойме Оки составили более сотни гнездящихся пар 27 видов птиц. Параллельно шел процесс «обогащения» орнитофауны. В частности, дикая популяция кряквы была заменена на синантропную с численностью примерно вдвое более высокой (до 6 гнездящихся пар). На гнездование было привлечено 2 пары пустельги, на распаханной территории отмечено единичное гнездование малого зуйка (1 пара), впоследствии это гнездо было разорено. Баланс исчезнувших и появившихся орнитологических объектов очевиден.

На сохранившейся за пределами частной территории части болота ежегодно гнездится колония белокрылых крачек, более сотни пар. В этой колонии гнездятся также различные утки, кулики, и многие другие птицы. В результате гидротехнического строительства на территории дома белого аиста водный режим болота оказался нарушен. Болото стало высыхать еще до окончания репродуктивного периода птиц, на стадии нелетных птенцов.



Лишенные защиты и привычного биотопа, птенцы становятся жертвами многочисленных лисиц, бродячих собак и американских норок. Последние размножаются в обрывистых берегах выкопанного на территории пруда и нескольких канав, во время половодья же укрываются под постройками, что позволило этому инвазивному виду хищников многократно увеличить численность. В итоге на всей площади болота, представляющего собой важную в орнитологическом плане территорию, репродуктивный успех гнездящихся птиц составляет менее 10%, и болото выполняет роль своеобразной экологической ловушки для местной орнитофауны.

#### Список использованной литературы

- 1 <http://onfermer.ru/kury/raskhod-korma-na-odnogo-brojlera/>
- 2 <https://ab-centre.ru/page/urozhaynost-pshenicy>
- 3 Барановский, А. В. Гнездящиеся птицы города Рязани (Атлас распространения и особенности биологии). / А. В. Барановский, Е. С. Иванов. Монография. Рязань: Издательство «ПервопечатникЪ», 2016. – 367 с.
- 4 Барановский, А. В. Динамика численности птиц на рязанском участке поймы р. Оки / А. В. Барановский, Е. С. Иванов // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах. 30-летие программ мониторинга зимующих птиц России и сопредельных регионов. – Материалы Всероссийской научной конференции. ЗБС МГУ, 17-21 марта 2017 г. – М.: КМК. – 2017. – С. 255-260.
- 5 Барановский, А. В. Структура орнитофауны рязанского дома белого аиста / А. В. Барановский, В. А. Тягунин // Наука и образование XXI века: Материалы XIV-й Междунар. научно-практ. конф., 30 октября 2020 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшиновой; Авт.некомм.орг-я высш.образ-я «Совр. техн. ун-т».- Рязань, 2020. – 308 с. – Электронное издание - ISBN978-5-904221-37-9 /© /С. 119-123.
- 6 Единые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве пищевой продукции из морских гидробионтов. <https://docs.cntd.ru/document/499053305>
- 7 <https://sudact.ru/law/prikaz-minprirody-rossii-ot-27112019-n-804/metodika-opredeleniia-vybrosov-zagriznialushchikh-veshchestv/prilozhenie-rekomenduemyi-obrazets/tablitca-n-2/>
- 8 Mike Gismondì. William Rees: Ecological Footprints (англ.) // Aurora. — 2006-10-23. — Vol. 0, iss. 0. Архивировано 2 мая 2019 года.
- 9 William Rees | SCARP | UBC School of Community and Regional Planning. [www.scarp.ubc.ca](http://www.scarp.ubc.ca). Дата обращения: 11 февраля 2016. Архивировано 4 марта 2016 года.
- 10 Meet the Bookkeeper: An Interview with Mathis Wackernagel of Global Footprint Network. TreeHugger. Дата обращения: 11 февраля 2016. Архивировано 9 апреля 2016 года.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОБИОТИКОВ И ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛОГО АИСТА**

### **Введение**

В рязанском доме белого аиста попытки разведения нелетных птиц (со старыми травмами крыльев) осуществляются уже в течение четырех лет. Кроме того, на территории обитает дикая пара белых аистов, а в соседнем селе – еще одна пара, которые гнездятся уже в течение двух лет. Все эти годы вольерным особям давали пробиотики и иммуностимуляторы, по схеме, разработанной ранее для дальневосточного аиста и других видов птиц [6-9]. Хотя количество полученного потомства недостаточно для полноценной с точки зрения статистики выборки, учитывая естественную скорость размножения аистов, для ее формирования потребовались бы десятилетия. Однако оценку эффективности коррекции рациона птиц необходимо осуществить на как можно более раннем этапе. Поэтому целью нашей работы было проанализировать репродуктивные показатели вольерных и диких аистов для оценки эффективности применяемых в кормлении вольерных особей добавок.

### **Материал и методы**

Под наблюдением находились 4 пары нелетных птиц. Единственная размножающаяся пара – Гоша и Руслана, поступившая уже сложившейся, но не гнездившейся ранее из-за отсутствия необходимых условий парой из Дома белого аиста (Псковская область). Возраст птиц неизвестен, однако установлено, что он более 8 лет. Пара, сформированная в рязанском доме белого аиста – Петр и Фунтичка. Петр поступил из реабилитационного центра Велес (Ленинградская область), в 2020 г в возрасте 1 года. Фунтичка – один из птенцов из первой кладки Гоши и Русланы, 2020 года рождения. Пара, переданная из Орнитария в Москве – Мартин и Клара. Впоследствии выяснилось, что Мартин оказался тоже самкой, его переименовали в Марту. Таким образом, это пара из двух самок. Возраст птиц на момент поступления – 4 года, после двух сезонов содержания в РДБА птицы переданы вновь в Орнитарий. Пара из реабилитационного центра Велес – Мартин и Марта. Поступили в 2022 году, в четырехлетнем возрасте. Обе диких пары на момент первого гнездования в 2022 году предположительно имели возраст 3 года.

Вольерных птиц кормили куриными субпродуктами и килькой, с добавлением препаратов по следующей схеме [2, 3, 6-9]: Пробиотик для птиц Ветом-1 (применяется птице для восстановления естественной резистентности организма; для профилактики и лечения дисбактериозов; при кишечных расстройствах после длительного лечения антибиотиками; при

смене рационов или при ухудшении качества кормового сырья; при нарушении процессов нормального пищеварения, связанных с ферментной недостаточностью; для увеличения сохранности и продуктивности животных; для стимуляции роста и развития) – 0,5 г на голову в сутки в корм. Циклоферон – 1 таблетка на пару. Дикie птицы находились в условиях естественного кормового рациона.

### **Результаты и обсуждение**

Анализ методики свидетельствует, что схема эксперимента не соответствует требованиям, предъявляемым к проведению биологических экспериментов, по целому ряду показателей:

1. Количество пар недостаточно для формирования полноценной с точки зрения статистики выборки.

2. Особи разного возраста – одна пара состояла из взрослых птиц, имеющих опыт гнездования до получения травм, все остальные – из молодых особей, ранее не гнездившихся.

3. Характер травм, приведших к нелетности, у каждой птицы также специфичен, хотя все они были связаны с крыльями. В результате одни особи остались полуполетными (способными с трудом пролетать десятки метров), другие – полностью нелетные. Визуальные наблюдения позволяют предположить наличие у части особей постоянных болей в местах старых переломов (регулярные стереотипные движения травмированным крылом, подергивания). Сильно висящие крылья у двух особей мешают этим птицам передвигаться и пешком и вероятно, могут оказаться препятствием при спаривании.

4. Помещения для птиц не были унифицированы – лишь в течение 2022 и 2023 г. на территории появились два одинаковых вольера, до этого все пары обитали в различных по размерам и обустройству вольерах, при разном биотическом окружении. Каждую пару к тому же перемещали из одного вольера в другой.

5. Отсутствовали опытная и контрольная группа, поскольку все птицы содержались по одинаковой методике. В качестве контрольной группы можно было бы рассматривать дикие пары, но их образ жизни отличался от такового вольерных птиц по такому количеству показателей, что вычленишь из них влияние кормовых добавок не представляется возможным. Важнейшими показателями нам кажутся – уровень двигательной активности, особенности годового цикла (наличие перелетов на зимовку и обратно у диких пар), дистанция до человека, естественный рацион у диких птиц, который может быть установлен только приблизительно и существенно отличается от рациона вольерных особей.

Большинство этих недостатков принципиально не устранимы, в силу редкости белого аиста в регионе. Устранение других, в частности, унификация помещений, требует больших материальных затрат и хотя бы элементарной заинтересованности спонсора проекта.

Все вышесказанное не позволяет провести строгий статистический анализ и заставляет изучать каждый случай в отдельности.

1. Единственная размножающаяся пара – Гоша и Руслана. Пара начала размножаться через месяц после поступления в РДБА и кормления по установленной методике. Результаты размножения: в 2020 г – 3 яйца и 2 слетка, в 2021 – 5 яиц и 3 слетка, в 2022 – 6 яиц и 4 слетка, в 2023 – 5 яиц и 5 слетков. На первый взгляд, история этой пары подтверждает эффективность кормовых добавок. Однако имеются следующие наблюдения и обстоятельства. Отсутствие гнездования данной пары на прежнем месте было связано с отсутствием необходимых условий – не было гнезда и материала для него, птицы содержались совместно с большой группой других особей. Как только это было исправлено, они тут же приступили к гнездованию. Косвенным свидетельством в пользу хоть какой-то роли кормовых добавок могло бы быть отсутствие гнездования в один из годов при содержании на таком же рационе без добавок, и возобновление размножения при их вторичном введении в рацион. Однако такой эксперимент проведен не был. У пары в 2021 году наблюдался инфантицид в отношении двух младших птенцов при избытке пищи, тогда как в научной литературе содержатся сведения, что у аистов это происходит при недостатке пищи [10]. Инфантицид в этих условиях мог быть результатом стресса. Учитывая, что применяемые кормовые добавки вводятся в рацион, помимо прочих целей, именно для предотвращения последствий стресса, их эффект в данном случае весьма сомнителен. В дальнейшем инфантицид не проявлялся, вероятно, вследствие искусственного изменения режима инкубации (изъятие яиц по мере их появления и подкладка всей кладки одновременно). Из года в год у данной пары нарастает разнокачественность яиц в пределах одной кладки по морфометрическим показателям. При этом нарушается естественная для данного вида закономерность последовательного уменьшения яиц от первого к последнему по порядку снесения. Это может свидетельствовать о неблагоприятных процессах в организме [1], которые рассматриваемая методика кормления предназначена купировать. Как видно, этого не происходит.

2. Петр и Фунтичка. В возрасте самца 2 года и самки 1 год пара начала проявлять элементы брачного поведения. В этот момент она находилась в одном вольере с размножающейся парой за сетчатой перегородкой. После отселения в изолированный вольер эти элементы исчезли, пара фактически распалась. Птицы не приступили к размножению и даже не проявляли парного поведения и впоследствии по достижении репродуктивного возраста. Вероятно, первоначальное парное поведение было спровоцировано визуальной стимуляцией со стороны размножающейся пары. Для проверки этой гипотезы следовало бы поместить данную пару уже после достижения репродуктивного возраста в смежные вольеры с размножающейся парой, при условии визуального контакта. Однако это невозможно, поскольку в 2021 году птиц передали в другой питомник, (с

сохранением прежней методики кормления), а в 2023 году они из вольера убежали, и, вероятно, погибли. Таким образом, методика кормления на этой паре явно не сработала.

3. Марта и Клара. Факты создания однополых пар у птиц довольно обычны. Нередко в таких парах одна самка или обе откладывают яйца. Если откладывает яйца только одна самка, вторая может имитировать поведение самца. Так было и в этом случае, роль самца в парном поведении играла Марта. Парное поведение птицы проявляли в Орнитарии, продолжили его проявлять и в РДБА, где при кормлении в течение двух лет по изучаемой методике ни одна из самок кладку не начинала. После возвращения в Орнитарий через месяц Клара отложила кладку из трех яиц. Это произошло после возврата птиц к первоначальному рациону, который не включал кормовые добавки. Таким образом, данная пара начала кладку не после ввода в рацион кормовых добавок, а после их исключения. Предположительно, это может быть спровоцировано возвратом в весенний сезон на ранее знакомую территорию (аналогично прилету с зимовки). Косвенно подтверждает эту гипотезу тот факт, что в следующем году, когда птиц никуда не перевозили, кладки вновь не было.

4. Мартин и Марта. В течение двух сезонов кормления с применением кормовых добавок птицы к размножению так и не приступили, хотя в 2022 году было отмечено парное поведение, а в 2023 – попытки строительства гнезда и спаривание. Парное поведение прекращалось каждый раз после прилета на территорию дикого самца. Полупетная Марта начинала отгонять своего самца с сильно висящим крылом, и старалась привлечь внимание дикого самца, целыми днями бегала вдоль обращенной к его гнезду стенки вольера. После прилета дикой самки и формирования пары у вольерной пары вновь возобновлялось парное поведение. Вероятно, размножение могло бы быть спровоцировано визуальной изоляцией от летных особей, по крайней мере – самцов, однако подобного эксперимента проведено не было.

Все вышесказанное свидетельствует, что после введения в рацион кормовых добавок три пары из четырех так и не приступали к кладке. Единственная приступившая к кладке, состояла из опытных, ранее гнездившихся птиц, не размножавшихся до этого в неволе из-за скученности и отсутствия гнездового сооружения. Поэтому воздействие кормовых добавок на факт наличия или отсутствия гнездования если и существует, то относится в данном случае к категории недоказуемого.

Сравним теперь результаты размножения единственной гнездящейся пары и соседних пар диких аистов, а также в целом рязанской популяции белого аиста.

Средний размер кладки у вольерной пары составил 4,75 яиц (3-6). У дикой пары РДБА – 8 яиц, или 5 оставленных родителями в гнезде (для этой пары два года подряд был характерен инфантицид первых отложенных яиц). Размер кладки второй пары из села Дудкино нам неизвестен. По данным

научной литературы, у диких аистов Рязанской области кладки включают  $4,8 \pm 0,94$  (3-6) яиц [5]. Таким образом, размер кладки единственной размножающейся пары РДБА в условиях кормовых добавок в рационе соответствует таковому у диких аистов, не получающих таких добавок. Между тем, Ветом-1 специально разработан для повышения продуктивности птиц.

Размер выводка в вольере составил 3,5 птенца на гнездо. Для дикой популяции в целом известна цифра  $3,2 \pm 1,03$  птенца на успешное гнездо [5]. У дикой пары на территории РДБА выводок составил два года подряд по 4 птенца, а у пары из Дудкино – 3 птенца. Таким образом, наши данные по вольерной паре практически аналогичны таковым для диких пар. Как и в случае с размером кладки, какого-либо эффекта кормовых добавок по этим цифрам не прослеживается.

Успешность гнездования в вольере составила 73,7%. Это несколько выше, чем у дикой популяции (62,1%) [5]. Однако именно более высокого репродуктивного успеха в вольере и следует ожидать даже без применения кормовых добавок, поскольку здесь птицы вдоволь обеспечены кормом, изолированы от хищников, частично – от неблагоприятных погодных условий. Между тем, успешность размножения дикой пары на территории РДБА составила 80%, т.е. выше, чем у птиц в вольере.

Таким образом, анализ результатов размножения единственной размножающейся пары РДБА в сравнении с таковыми для диких аистов в Рязанской области не позволяет установить какого-либо положительного влияния кормовых добавок на продуктивность птиц и выживаемость потомства.

#### Список использованной литературы

- 1 Барановский, А. В. Результаты морфометрических исследований кладок белого аиста в условиях вольерного разведения нелетных птиц / А. В. Барановский // Наука и образование XXI века: Материалы XVI-й Междунар. научно-практ. конф., 28 октября 2022 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшинковой; Авт. некомм. орг-я высш. образ-я «Совр. техн. ун-т».- Рязань, 2022. – 290 с., электронный ресурс. – С. 99-104.
- 2 Барановский, А. В. Гнездящиеся птицы города Рязани (Атлас распространения и особенности биологии) / А. В. Барановский, Е. С. Иванов. Монография. Рязань: Издательство «ПервопечатникЪ», 2016. – 367 с.
- 3 Барановский, А. В. Опыт реинтродукции птиц в Рязанском доме белого аиста / А. В. Барановский, В. А. Тягунин // Студенческий научный поиск – науке и образованию XXI века»: Материалы XIII-й Междунар. студенч. научно-практ. конф., 23 апреля 2021 г., Современный технический университет, г. Рязань/под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшинковой; Совр. техн. универ-т. - Рязань, 2021. – С. 118-120.
- 4 Барановский, А. В. Рязанский дом белого аиста. Некоторые итоги работы в 2020 году / А. В. Барановский, В. А. Тягунин // Наука и образование XXI века: Материалы XIV-й Междунар. научно-практ. конф., 30 октября 2020 г., Современный технический университет, г. Рязань / под ред. А. Г. Ширяева, А. Д. Кувшинковой; Авт.некомм.орг-я высш.образ-я «Совр. техн. ун-т».- Рязань, 2020. – С. 116-119.

- 5 Иванчев, В. П. Распространение и биология белого аиста *Ciconia ciconia* в Рязанской области / Иванчев В. П., Маркин Ю. М. // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Вып. 39. Рязань. 2020. - С. 5-25.
- 6 Кочерга, М. Н. Биологические особенности некоторых видов редких птиц Средне-Амурской низменности: монография / М. Н. Кочерга; М-во природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральное гос. учреждение Гос. природный заповедник "Болонский". - Владивосток : Дальнаука. – 149 С.
- 7 Кочерга, М. Н. Методы коррекции изменений микрофлоры кишечника и иммунного статуса диких птиц / М.Н. Кочерга // Ветеринария, Москва. 2010.
- 8 Кочерга, М. Н. Комплексный мониторинг состояния здоровья дальневосточного аиста и орлана-белохвоста с анализом их естественной среды обитания / М.Н. Кочерга, И.А. Никитина// Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2010. № 3 М. Колос. – С 18-22.
- 9 Кочерга, М. Н. Результат содержания птенцов дальневосточного аиста в вольерных условиях по методике, разработанной в заповеднике «Болонский» / М. Н. Кочерга, В. А. Тягунин // Состояние особо охраняемых природных территорий. Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Лазовского заповедника (Лазо, 19-20 апреля 2005г.), Владивосток: Русский остров, 2005. – 204 с.
- 10 Птицы России и сопредельных регионов: пеликанообразные, аистообразные, фламингообразные. / Андронов В. А., Ардамацкая Т. Б., Артюхин Ю. Б. и др. Отв. ред.: С. Г. Приклонский, В. А. Зубакин, Е. А. Коблик. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 602 с.

Курашин В. Н., к. ф-мат. н., доцент,  
Троицкая М. Е., старший преподаватель, Рязанское гвардейское высшее  
воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное  
училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова

## ВЕКТОРНО-КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ

На различных олимпиадах предлагаются задачи, явно содержащие понятие вектора и координат. Предлагаются задачи, которые не содержат упоминания координат или векторов, но одним из естественных методов их решения является метод координат и векторная алгебра. К таким задачам следует отнести задачи на нахождение геометрического места точек. Обычно система координат в них не фигурирует, а вводится по мере надобности. Встречаются также уравнения, содержащие неизвестный вектор  $\vec{x}$  (векторные уравнения), а также системы векторных уравнений, содержащих один или несколько неизвестных векторов. Рассмотрим решения некоторых задач.

Задача 1. Найти точки максимального сближения летящих объектов на прямолинейных траекториях  $l_1$  и  $l_2$

$$l_1: \frac{x-6}{2} = \frac{y+5}{-4} = \frac{z+15}{-5}; \quad l_2: \frac{x-2}{-3} = \frac{y-5}{-1} = \frac{z+11}{4}.$$

Решение:

Пусть точки  $A$  и  $B$  есть точки максимального сближения  $A \in l_1, B \in l_2$ . Из канонических уравнений прямых находим точки  $M_1(6, -5, -15)$ ,

$M_2(2,5,-11)$ , принадлежащие прямым  $l_1$  и  $l_2$ . Рассмотрим векторный многоугольник  $M_1M_2BA$ . Обозначив вектор  $\overrightarrow{B\bar{A}}$  через вектор  $\vec{p}$ , имеем

$$\overrightarrow{M_1M_2} + \overrightarrow{M_2B} + \vec{p} + \overrightarrow{AM_1} = 0, \quad \overrightarrow{AM_1} = \alpha \cdot \vec{s}_1, \quad \overrightarrow{M_2B} = \beta \cdot \vec{s}_2,$$

где  $\vec{s}_1(2,-4,-5)$ ;  $\vec{s}_2(-3,-1,4)$  направляющие векторы прямых  $l_1, l_2$ .

Откуда,  $\vec{p} = -\overrightarrow{M_1M_2} - \alpha \cdot \vec{s}_1 - \beta \cdot \vec{s}_2$ . Так как  $\vec{p}$  ортогонален векторам  $\vec{s}_1$  и  $\vec{s}_2$ , то  $\vec{p} \cdot \vec{s}_1 = 0$ ,  $\vec{p} \cdot \vec{s}_2 = 0$ . Подставляя координаты векторов в два последние соотношения, приходим к системе линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} \alpha + 30\beta = 32 \\ 11\alpha - 13\beta = 9 \end{cases}$$

Решая систему, находим  $\alpha = 2$ ;  $\beta = 1$ . Следовательно,  $\vec{p} = (3, -1, 2)$ ;  $|\vec{p}| = \sqrt{14}$ .

Далее  $\overrightarrow{AM_1} = 2\vec{s}_1$ ,  $\overrightarrow{M_2B} = \vec{s}_2$ . Координаты точек  $A$  и  $B$ :  $A = (2, 3, -5)$ ,  $B = (-1, 4, -7)$ .

Задача 2. Найти длину вектора  $\vec{p} = (\vec{a} \times \vec{b}) + \vec{c}$ , если  $|\vec{a}| = |\vec{b}| = |\vec{c}| = 1$ , угол между векторами  $(\vec{a}, \vec{b})$  равен  $\frac{\pi}{2}$ ; угол между векторами  $(\vec{a}, \vec{c})$  и  $(\vec{b}, \vec{c})$  равен  $\frac{\pi}{3}$

и  $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} < 0$ .

Решение:

Заметим, что векторы  $\vec{e}_1 = \vec{a}$ ,  $\vec{e}_2 = \vec{b}$ ,  $\vec{e}_3 = \vec{a} \times \vec{b}$  образуют ортонормированный базис. Разложим вектор  $\vec{c}$  по этому базису

$$\vec{c} = x \cdot \vec{e}_1 + y \cdot \vec{e}_2 + z \cdot \vec{e}_3.$$

Тогда  $\vec{c} \cdot \vec{e}_1 = x$ ,  $\vec{c} \cdot \vec{e}_2 = y$ ,  $\vec{c} \cdot \vec{e}_3 = z$ . С другой стороны по условию  $\vec{c} \cdot \vec{e}_1 = \vec{c} \cdot \vec{a} = \frac{1}{2}$ . Следовательно,  $x = \frac{1}{2}$ . Аналогично,  $y = \frac{1}{2}$ ,  $z = (\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} < 0$ .

Далее  $c^2 = x^2 + y^2 + z^2 = 1$ . Итак:  $x = \frac{1}{2}$ ,  $y = \frac{1}{2}$ ,  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ ,  $z < 0$ . Откуда

$$z = -\frac{1}{\sqrt{2}}; \quad \vec{c} = \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, -\frac{1}{\sqrt{2}} \right); \quad \vec{p} = (\vec{a} \times \vec{b}) + \vec{c} = \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right); \quad |\vec{p}| = \sqrt{2 - \sqrt{2}}.$$

Задача 3. Решить векторное уравнение  $\vec{x} = \vec{a} \times \vec{x} + \vec{a} \times \vec{b}$ , где  $\vec{a}, \vec{b} \in R^3$  известные векторы.

Решение:

Умножим уравнение скалярно на вектор  $\vec{a}$

$$\vec{a} \cdot \vec{x} = \vec{a} \cdot (\vec{a} \times \vec{x}) + \vec{a} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}).$$

Откуда  $\vec{a} \cdot \vec{x} = 0$ . Умножая правую и левую части исходного уравнения векторно слева на вектор  $\vec{a}$ , получим



$$\vec{a} \times \vec{x} = \vec{a} \times (\vec{a} \times \vec{x}) + \vec{a} \times (\vec{a} \times \vec{b}).$$

Раскрывая двойное векторное произведение векторов, имеем

$$\vec{a} \times \vec{x} = \vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{x}) \vec{x} - \vec{x} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{a}) \vec{a} + \vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{b} - \vec{b} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{a}) \vec{a}.$$

Учитывая, что  $\vec{a} \cdot \vec{x} = 0$

$$\vec{a} \times \vec{x} = -\vec{x} \cdot a^2 + \vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{b} - a^2 \cdot \vec{b}.$$

Подставив из исходного уравнения выражение  $\vec{a} \times \vec{x}$ , находим

$$\vec{x} - \vec{a} \times \vec{b} = -a^2 \vec{x} + \vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{b} - a^2 \cdot \vec{b}.$$

Следовательно  $\vec{x} - \vec{a} \times \vec{b} = -a^2 \vec{x} + \vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{b} - a^2 \cdot \vec{b}$ ;

$$\vec{x} = \frac{\vec{a} \times \vec{b} + (\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{a} - a^2 \cdot \vec{b}}{1 + a^2}.$$

Задача 4. Пусть  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  – ненулевые, взаимно перпендикулярные векторы. Показать, что система уравнений  $\vec{a} \times \vec{x} = \vec{b}$ ;  $\vec{a} \cdot \vec{x} = 1$  имеет единственное решение.

Решение:

Умножим правую и левую части первого уравнения векторно слева на вектор  $\vec{a}$ :  $\vec{a} \times (\vec{a} \times \vec{x}) = \vec{a} \times \vec{b}$ . Раскрывая двойное векторное произведение векторов, находим  $\vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{x}) \vec{x} - \vec{x} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{a}) \vec{a} = \vec{a} \times \vec{b}$ . В силу второго уравнения системы

$$\vec{a} - a^2 \vec{x} = \vec{a} \times \vec{b}.$$

Следовательно

$$\vec{x} = \frac{\vec{a} - \vec{a} \times \vec{b}}{a^2}.$$

Задача 5. Пусть  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  – два ненулевых, неколлинеарных вектора в пространстве. Найти решение системы уравнений  $(\vec{x} \times \vec{a}) \times \vec{x} = \vec{a}$ ;  $(\vec{x} \times \vec{b}) \times \vec{x} = \vec{b}$ .

Решение:

Запишем уравнения системы в виде

$$\vec{a} \cdot (\vec{x} \cdot \vec{x}) \vec{x} - \vec{x} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{x}) \vec{a} = \vec{a}$$

$$\vec{b} \cdot (\vec{x} \cdot \vec{x}) \vec{x} - \vec{x} \cdot (\vec{b} \cdot \vec{x}) \vec{b} = \vec{b}$$

или

$$(x^2 - 1) \cdot \vec{a} = (\vec{a} \cdot \vec{x}) \cdot \vec{x}$$

$$(x^2 - 1) \cdot \vec{b} = (\vec{b} \cdot \vec{x}) \cdot \vec{x}.$$

Обозначив  $x^2 - 1$  через  $k_1$ ,  $\vec{a} \cdot \vec{x}$  через  $k_2$ ,  $\vec{b} \cdot \vec{x}$  через  $k_3$ . Получим

$$k_1 \vec{a} = k_2 \vec{x}, \quad k_1 \vec{b} = k_3 \vec{x}.$$

Если  $k_1 \neq 0$ , то  $\vec{a} = \frac{k_2}{k_1} \vec{x}$ ,  $\vec{b} = \frac{k_3}{k_1} \vec{x}$  и векторы  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  – коллинеарные, что противоречит условию задачи. Заметим, что  $\vec{x} = 0$  не является решением задачи.

При  $k_1 = 0$  получаем, что  $k_2 = k_3 = 0$ . Полученное означает, что  $\vec{a} \cdot \vec{x} = 0$ ,  $\vec{b} \cdot \vec{x} = 0$ . Таким образом, вектор  $\vec{x}$  перпендикулярен векторам  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , имеет единичную длину, то есть

$$\vec{x} = \pm \frac{\vec{a} \times \vec{b}}{|\vec{a} \times \vec{b}|}.$$

Задача 6. Отрезок постоянной длины скользит своими концами по двум взаимно перпендикулярным прямым. На отрезке взята точка  $M$ . Найти траекторию, которую описывает точка  $M$ .

Решение:

Данные взаимно перпендикулярные прямые примем за оси координат. Предположим, что в произвольный момент времени концы отрезка  $M_1M_2$

имеют координаты  $M_1(x_1, 0)$ ,  $M_2(0, y_2)$ . Если  $l$  – длина отрезка  $M_1M_2$  и точка  $M$  делит отрезок в отношении  $\lambda$ , то координаты точки  $M(x, y)$  находятся по формулам

$$x = \frac{x_1}{1 + \lambda}, \quad y = \frac{\lambda y_2}{1 + \lambda}.$$

Кроме того,  $x_1^2 + y_2^2 = l^2$ . Исключая координаты  $x_1$  и  $y_2$  из полученных соотношений, находим

$$\frac{x^2}{(1 + \lambda)^2} + \frac{y^2}{(1 + \lambda)^2 \lambda^2} = 1.$$

Получили уравнение эллипса с полуосями  $\frac{l}{1 + \lambda}$  и  $\frac{l\lambda}{1 + \lambda}$ . Заметим, что при  $\lambda = 1$  имеем окружность радиуса  $\frac{l}{2}$ .

Список использованной литературы

- 1 Ройтенберг, В. Ш. Задачи студенческих математических олимпиад ЯГТУ: учебное пособие / В. Ш. Ройтенберг, Ю. К. Оленикова, Л. А. Сидорова – Ярославль, изд-во ЯГТУ, 2012.
- 2 Лукьянов, В. Д. Векторные уравнения и системы уравнений / Сборник докладов семинара «Вопросы методики подготовки к математическим олимпиадам в высшей школе», Вып.5. – СПб, ВИТУ, 2003.

Некало В. С., студентка 2 курса,  
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,  
Республика Беларусь  
Научный руководитель - Сетько Е. А., к. физ.-мат. н., доцент кафедры ФиПМ

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПАРАМЕТРОМ

Параметр – это переменная, которая может принимать разные значения, и при различных значениях этой переменной мы получаем разные результаты.

Введение параметра в задачи линейного программирования (ЗЛП) обусловлено различными причинами. Одной из таких причин является то, что преподаватели сталкиваются с проблемой подбора заданий одинакового уровня сложности для самостоятельных и контрольных работ. Для ее решения используется введение в условие задачи параметра, который помогает разнообразить задания, сохраняя при этом общий принцип решения и степень сложности для студента.

В нижеприведенной ЗЛП ограничения включают параметр  $\lambda$ . Определить, при каких значениях  $\lambda$  задача имеет: единственное решение; бесчисленное множество значений; не имеет решений.

Рассмотрим задачу:

$$\begin{aligned} \max Z &= 2x_1 + x_2 \\ \left\{ \begin{array}{l} x_1 - 2x_2 \leq 4, \\ x_1 - x_2 \leq 6, \\ \lambda x_1 + x_2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{array} \right. \end{aligned}$$

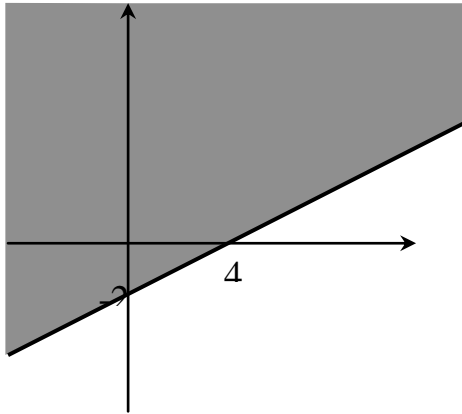
*Решение.* Поскольку задача имеет две переменные, решим её графическим методом.

Строим область допустимых решений (ОДР) задачи, которая определяется системой ограничений. Для этого рассмотрим отдельно все неравенства. Каждое из них определяет полуплоскость. Заменяем знак на «=» и строим граничную прямую полуплоскости. Для первого неравенства получаем:

$$x_1 - 2x_2 = 4.$$

Легче построить прямую по точкам, где она пересекается с осями координат. При  $x_1 = 0$  находим  $x_2 = -2$ . При  $x_2 = 0, x_1 = 4$ . По точкам  $(0, -2)$  и  $(4, 0)$  строим граничную прямую. Теперь по первому неравенству  $x_1 - 2x_2 \leq 4$  определим полуплоскость. Подставим любую точку, которая не лежит на прямой, например  $(0, 0)$ . Получаем:  $0 \leq 4$  – верно. Значит точка  $(0, 0)$  лежит в искомой плоскости. Заштриховываем полуплоскость от граничной прямой в сторону точки  $(0, 0)$  (рис. 1, а).

а)



б)

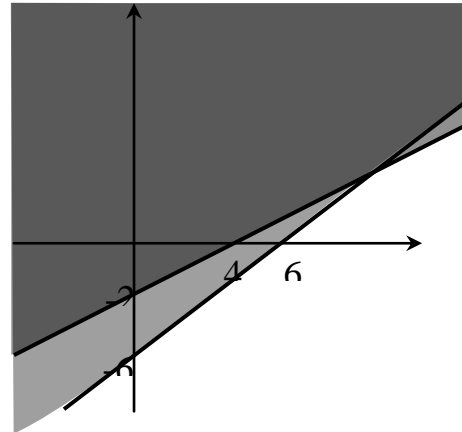


Рисунок 1 – первая и вторая полуплоскости

Аналогично строим вторую полуплоскость. Имеем:

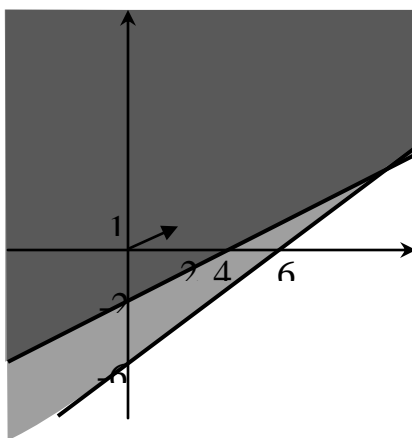
$$x_1 - x_2 = 6.$$

При  $x_1 = 0, x_2 = -6$ , при  $x_2 = 0, x_1 = 6$ . Строим граничную прямую. Подставляя точку  $(0, 0)$ , определяем полуплоскость, которая соответствует второму неравенству:  $0 \leq 6$  – верно. Полуплоскость расположена в сторону точки  $(0, 0)$ , заштриховываем её.

Прямые ограничения задачи  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$  задают первую координатную четверть, поэтому окончательно ОДР будет находиться только в этой четверти.

Строим элементы целевой функции ЦФ. По ЦФ определяем градиент  $\vec{c} = (c_1, c_2) = (2, 1)$ . Изобразим вектор из начала координат (рис. 2, а))

а)



б)

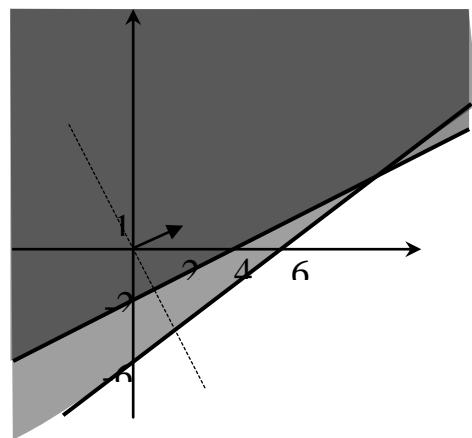


Рисунок 2 - Вектор из начала координат (а), линия нулевого уровня ЦФ (б)

Перпендикулярно вектору нормали изобразим линию нулевого уровня ЦФ ( $2x_1 + x_2 = 0$ ), которая будет проходить через начало координат (рис. 2, б)).

Вернёмся к параметру  $\lambda$ . Для того, чтобы задача имела бесчисленное множество значений, необходимо, чтобы при перемещении линии уровня в направлении возрастания построенного вектора нормали, она совпала с одной из сторон полуплоскости. Соответственно, нужно построить прямую  $\lambda x_1 + x_2 = 3$ , перпендикулярную вектору. Для этого найдем уравнение прямой вектора по двум точкам:  $(0, 0)$  и  $(2, 1)$ , используя формулу уравнения прямой по двум точкам  $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$ . Получим искомое уравнение  $y = \frac{1}{2}x$ . Также преобразуем  $\lambda x_1 + x_2 = 3$  в более привычный вид, заменив  $x_1$  и  $x_2$  на  $x$  и  $y$  соответственно. Имеем  $y = -\lambda x + 3$ .

Для нахождения параметра  $\lambda$  используем условие перпендикулярности прямых:  $k_1 = -\frac{1}{k_2}$ , где  $k_1$  — угловой коэффициент прямой  $y = \frac{1}{2}x$ , а  $k_2$  — угловой коэффициент прямой  $y = -\lambda x + 3$  соответственно. Подставив значения в формулу, получим  $\lambda = 2$ . Построим график и получим такую ограниченную полуплоскость (рис. 3).

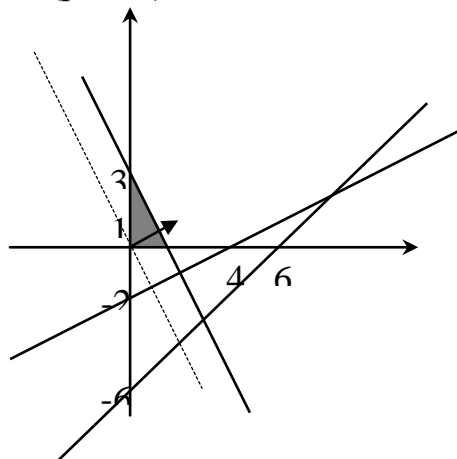


Рисунок 3 - График и ограниченная полуплоскость

Для того чтобы задача имела единственное решение, нужно, чтобы при перемещении линии уровня в направлении возрастания построенного вектора нормали, она коснулась последней из точек ОДР.

Исходя из предыдущих вычислений, все неравенства системы будут иметь общую ограниченную полуплоскость только в случае, если  $\lambda > 0$ . Тогда единственное решение задачи будет иметь при  $\lambda \in (0, 2) \cup (2, +\infty)$ .

В случае, если  $\lambda$  поменяет знак, ЦФ будет неограниченно возрастать. Соответственно при  $\lambda < 0$  задача не будет иметь решений.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА

В двадцатых годах прошлого столетия операционное исчисление получило строгое обоснование в трудах Т. Бромвича, Д. Карсона и др. Они связали этот метод с известным из теории функций комплексного переменного методом интегральных преобразований, который с успехом применяли еще Коши, Лаплас и др. При этом символ  $p$  получил новое толкование как комплексное переменное  $p = s + i\sigma$ , а вместе с ним новую трактовку получил и сам операционный метод как метод, основанный на преобразовании Лапласа. Операционное исчисление позволяет решать такие математические задачи как: вычисление несобственных интегралов, решение обыкновенных дифференциальных уравнений, решение интегральных уравнений и уравнений в частных производных и т.п.

Рассмотрим решение некоторых заданий, сформулированных в [1] как задачи для самостоятельного решения.

*Задание 1. Найти изображение оригинала, используя таблицу изображений  $f(t) = 1 + 3e^{6+t} - t \sin t$ .*

Решение: По таблице находим:

$$1 \xrightarrow{L} \frac{1}{p}, \quad 3e^6 e^t \xrightarrow{L} 3e^6 \frac{1}{p-1}, \quad t \sin t \xrightarrow{L} \frac{2}{(p^2+1)^2}.$$

Следовательно, по свойству линейности преобразования Лапласа получим:

$$1 + 3e^{6+t} - t \sin t \xrightarrow{L} \frac{1}{p} + 3e^6 \frac{1}{p-1} - \frac{2}{(p^2+1)^2}.$$

*Задание 2. Найти оригинал следующего изображения  $F(p) = \frac{3-4p}{p^2+4p+8}$ .*

Решение: Преобразуем дробь, выделив полный квадрат в знаменателе:

$$F(p) = \frac{3-4p}{p^2+4p+8} = \frac{3-4p}{(p+2)^2+4}.$$

Покажем, что последняя дробь есть линейная комбинация изображений функций  $e^{-2t} \sin 2t$  и  $e^{-2t} \cos 2t$ . Действительно,

$$\frac{3-4p}{(p+2)^2+4} = \frac{3-4(p+2)+8}{(p+2)^2+4} = \frac{11}{(p+2)^2+4} - \frac{4(p+2)}{(p+2)^2+4} = \frac{11}{4} \cdot \frac{4}{(p+2)^2+4} - 4 \cdot \frac{p+2}{(p+2)^2+4}.$$

Следовательно, согласно таблице изображений и свойству линейности преобразования Лапласа, находим оригинал:

$$F(p) = \frac{11}{4} \cdot \frac{4}{(p+2)^2+4} - 4 \cdot \frac{p+2}{(p+2)^2+4} \xleftarrow{L} \frac{11}{4} e^{-2t} \sin 2t - 4e^{-2t} \cos 2t.$$

Преобразование Лапласа представляет собой математический метод решения линейных дифференциальных уравнений. Преобразование позволяет свести дифференциальное уравнение к алгебраическому уравнению. Как известно, линейные цепи, и фильтры в первую очередь

описываются дифференциальными уравнениями, поэтому преобразование Лапласа позволяет легко проектировать частотно-избирательные фильтры. Применение преобразования Лапласа можно свести к следующему алгоритму:

1. Записывается дифференциальное уравнение, описывающее зависимость выходного сигнала от входного.
2. Дифференциальное уравнение подвергается преобразованию Лапласа
3. Алгебраическими методами находится решение уравнения.
4. Уравнение выходной функции подвергается обратному преобразованию Лапласа.

*Задание 3. Найти решение задачи Коши*  $\begin{cases} x'' + 2x' - 3x = e^{-t}, \\ x(0) = x'(0) = 0. \end{cases}$

Решение: Пусть  $x(t) \xrightarrow{L} X(p)$ . Тогда

$$\begin{aligned} x'(t) &\xrightarrow{L} pX(p) - x(0) = pX(p), \\ x''(t) &\xrightarrow{L} p^2X(p) - px(0) - x'(0) = p^2X(p). \end{aligned}$$

Так как

$$e^{-t} \xrightarrow{L} \frac{1}{p+1},$$

то приходим к операторному уравнению

$$p^2X(p) + 2pX(p) - 3X(p) = \frac{1}{p+1},$$

из которого находим изображение  $X(p)$  частного решения дифференциального уравнения:

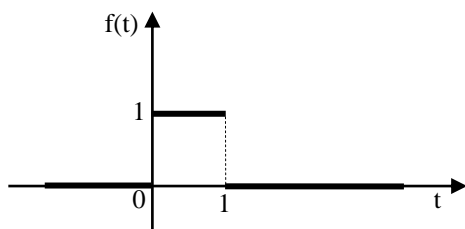
$$X(p) = \frac{1}{(p^2+2p-3)(p+1)}.$$

Методом неопределённых коэффициентов разлагаем в сумму простейших дробей:

$$\frac{1}{(p-1)(p+3)(p+1)} = \frac{1/8}{p-1} + \frac{1/8}{p+3} - \frac{1/4}{p+1}.$$

Следовательно,  $X(p) \xrightarrow{L} \frac{1}{8}e^t + \frac{1}{8}e^{-3t} - \frac{1}{4}e^{-t}$ .

*Задание 4. Решить задачу Коши*  $\begin{cases} x'' - x' = f(t), \\ x(0) = x'(0) = 0, \end{cases}$  где  $f(t)$  задана графически.



Решение:

Пусть  $x(t) \xrightarrow{L} X(p)$ . Тогда

$$x''(t) \xrightarrow{L} p^2X(p) - px(0) - x'(0) = p^2X(p).$$

$$f(t) = 1, \text{ тогда } f(t) \xrightarrow{L} \frac{1}{p}.$$

Запишем теперь операторное уравнение  $p^2X(p) - X(p) = \frac{1}{p}$ .

Находим из него неизвестное изображение  $X(p)$ :

$$X(p) = \frac{1}{p(p^2-1)}.$$

Методом неопределённых коэффициентов находим разложение дроби  $\frac{1}{p(p^2-1)}$  в сумму дробей:

$$\frac{1}{p(p^2-1)} = -\frac{1}{p} + \frac{1}{2(p-1)} + \frac{1}{2(p+1)}.$$

Следовательно,  $X(p) \stackrel{L}{\leftarrow} -1 + \frac{e^t}{2} + \frac{e^{-t}}{2}$ .

Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье представляют вещественный сигнал  $s(t)$  в зависимости от действительной частоты  $\omega$ . Преобразование Лапласа - более общий способ описания сигналов, позволяющий значительно упростить анализ прохождения сигналов через линейные цепи, особенно при быстро меняющихся импульсных воздействиях, когда важны переходные процессы.

Преобразование Лапласа использует методы контурного интегрирования на плоскости комплексной частоты  $p = s + j\omega$ , где  $s$  и  $\omega$  действительные числа. Это преобразование справедливо и для тех сигналов, для которых интегралы Фурье не сходятся.

#### Список использованной литературы

1 Лунгу, К. Н., Норин, В. П., Письменный, Д. Т., Шевченко, Ю. А. Сборник задач по высшей математике. 2 курс / Под ред. С. Н. Федина. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 592 с.: ил. – (Высшее образование).

Стефанович М. П., Филипчик Д. С., студентки 2 курса,  
УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы  
Научный руководитель - Сетько Е. А., к. физ.-мат. н., доцент кафедры ФиПМ

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Нелинейное программирование - это раздел математического программирования, который изучает задачи оптимизации функций многих переменных при наличии ограничений на эти переменные. Задачи нелинейного программирования могут быть: выпуклыми или невыпуклыми, в зависимости от свойств целевой функции и ограничений. Для решения задач нелинейного программирования используются различные численные методы, такие как метод градиентного спуска, метод Ньютона, метод с ограничениями и без, графический метод и другие.[1]

Задача нелинейного программирования состоит в определении максимального (минимального) значения функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  при условии, что ее переменные удовлетворяют соотношениям: где  $f$  и  $g$  – некоторые известные функции  $n$  переменных, а  $b_i$  – заданные числа. В результате решения задачи будет определена точка  $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ , координаты которой удовлетворяют соотношениям и такая, что для всякой другой точки  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , удовлетворяющей условиям, выполняется



неравенство  $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \geq f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  [ $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \geq f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ]. Если  $f$  и  $g_i$  – линейные функции, то задача является задачей линейного программирования.[2]

Рассмотрим примеры решения задач нелинейного программирования.

**Пример 1.** Найти максимальное значение функции

$$F = x_2 - x_1^2 + 6x_1 \rightarrow \max$$

При условиях

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 24 \\ x_1 + 2x_2 \leq 15 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 24 \\ x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решение.

1. Строим область допустимых решений (ОДР) задачи, определяемую системой ограничений. Для этого рассмотрим каждое неравенство.

Рассмотрим первое ограничение:

$$2x_1 + 3x_2 = 24$$

Строим прямую по точкам пересечения с осями координат. При  $x_1 = 0$  находим  $x_2 = 8$ , при  $x_2 = 0$ ,  $x_1 = 12$ . По точкам  $(0,8)$  и  $(12,0)$  строим граничную прямую. По первому неравенству  $2x_1 + 3x_2 \leq 24$  определяем полуплоскость. Для определения полуплоскости возьмем любую точку, например точку  $(0,0)$  не принадлежащую прямой и подставим в неравенство. Получим  $0 \leq 24$  – верно, то точка  $(0,0)$  лежит в искомой полуплоскости. Заштриховываем полуплоскость от граничной прямой в сторону к точке  $(0,0)$ . (Рис.1)

Аналогично производим построение граничных прямых для 2-го, 3-го и 4-го неравенств.

Из рисунка ниже видно, что множество точек многоугольника  $OABC$  удовлетворяет всем четырем неравенствам системы. Таким образом, многоугольник является областью допустимых решений. Найдем точку многоугольника в которой функция  $F = x_2 - x_1^2 + 6x_1$  принимает максимальное значение.

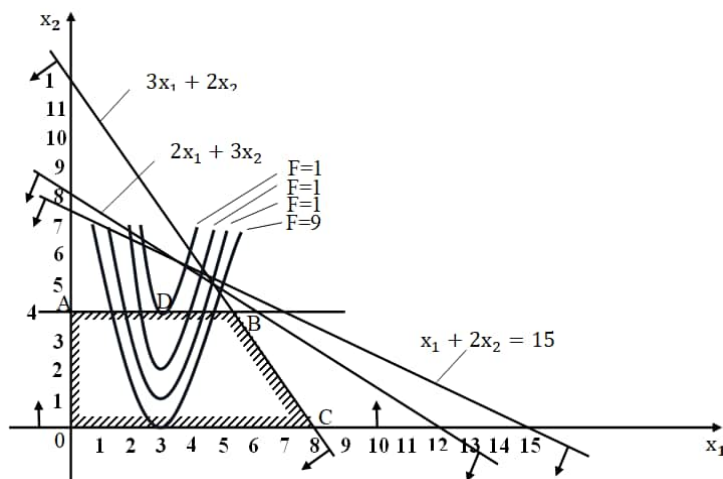


Рисунок 1 - Решение задачи нелинейного программирования с нахождением максимального значения функции

Построим линию уровня  $F = x_2 - x_1^2 + 6x_1 = n$ , где  $n$  – некоторая постоянная. При каждом значении  $n$  получается парабола, которая возрастает с увеличением значения  $n$  чем больше, тем дальше от оси  $Ox$ . Значит, функция принимает максимальное значение в точке  $D$  при  $F=13$ . Составим систему уравнений для нахождения координат точки  $D$ :

$$\begin{cases} x_2 - x_1^2 + 6x_1 = 13, \\ x_2 = 4 \end{cases}$$

Из данной системы получим  $x_1 = 3, x_2 = 4$ .

$F_{max} = 13$  при точке с координатами  $(3;4)$ .

**Пример 2.** Найти минимальное и максимальное значение функции.

$$F = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 4)^2$$

При условиях

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 7 \\ 10x_1 - x_2 \leq 8 \\ -18x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Решение.

1. Строим область допустимых решений (ОДР) задачи, определяемую системой ограничений. Для этого рассмотрим каждое неравенство.

Рассмотрим первое ограничение:

$$3x_1 + 2x_2 = 7$$

Строим прямую по точкам пересечения с осями координат. При  $x_1 = 0$  находим  $x_2 = 3,5$ , при  $x_2 = 0$ ,  $x_1 = 2,3$ . По точкам  $(0,3,5)$  и  $(2,3;0)$  строим граничную прямую. По первому неравенству  $3x_1 + 2x_2 \geq 7$  определяем полуплоскость. Для определения полуплоскости возьмем любую точку, например точку  $(0;0)$  не принадлежащую прямой и подставим в неравенство. Получим  $0 \geq 7$  – неверно, то точка  $(0,0)$  не лежит в искомой полуплоскости. Заштриховываем полуплоскость от граничной прямой в сторону, противоположную точке  $(0;0)$ . (Рис.2)

Далее строим по аналогии граничные прямые для 2-го и 3-го неравенств.

Областью допустимых решений задачи является треугольник  $ABC$ . Найдем точки треугольника в которых функция  $F = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 4)^2$  принимает максимальное и минимальное значения. Предположим, что значение целевой функции равно некоторому числу  $n$ , тогда получаем линии уровня, а именно окружности с центром  $M(3;4)$  и радиусом  $\sqrt{n}$ .

Проводим окружности разных радиусов из точки  $M$ , видим, что минимальное значение целевой функции лежит в точке  $D$ , где окружность является касательной к области решения.

Определяем координаты этой точки используя угловой коэффициент прямой  $10x_1 - x_2 = 8$  и равенство касательной к окружности в точке  $D$ . Из

уравнения находим угловой коэффициент в точке D, получаем 10. Далее продифференцируем уравнение окружности и получим:

$$2(x_1 - 3) + 2(x_2 - 4)x'_2 = 0,$$

$$x'_2 = -(x_1 - 3)/(x_2 - 4)$$

Приравниваем данное выражение к числу 10 и получаем одно из уравнений получения координат точки D. Составим систему:

$$\begin{cases} x_1 + 10x_2 = 43 \\ 10x_1 - x_2 = 8, \end{cases}$$

Получаем  $x_1 = \frac{123}{101}$ ,  $x_2 = \frac{422}{101}$ . Подставим найденные координаты в уравнение окружности и находим минимальное значение функции:

$$F_{min} = \left(\frac{123}{101} - 3\right)^2 + \left(\frac{422}{101} - 4\right)^2 = 324/101$$

На рисунке мы видим, что функция принимает максимальное значение в точке C и решая систему уравнения прямых, которые пересекаются в этой точке получим координаты C(2;12).

$$F_{max} = (2 - 3)^2 + (12 - 4)^2$$

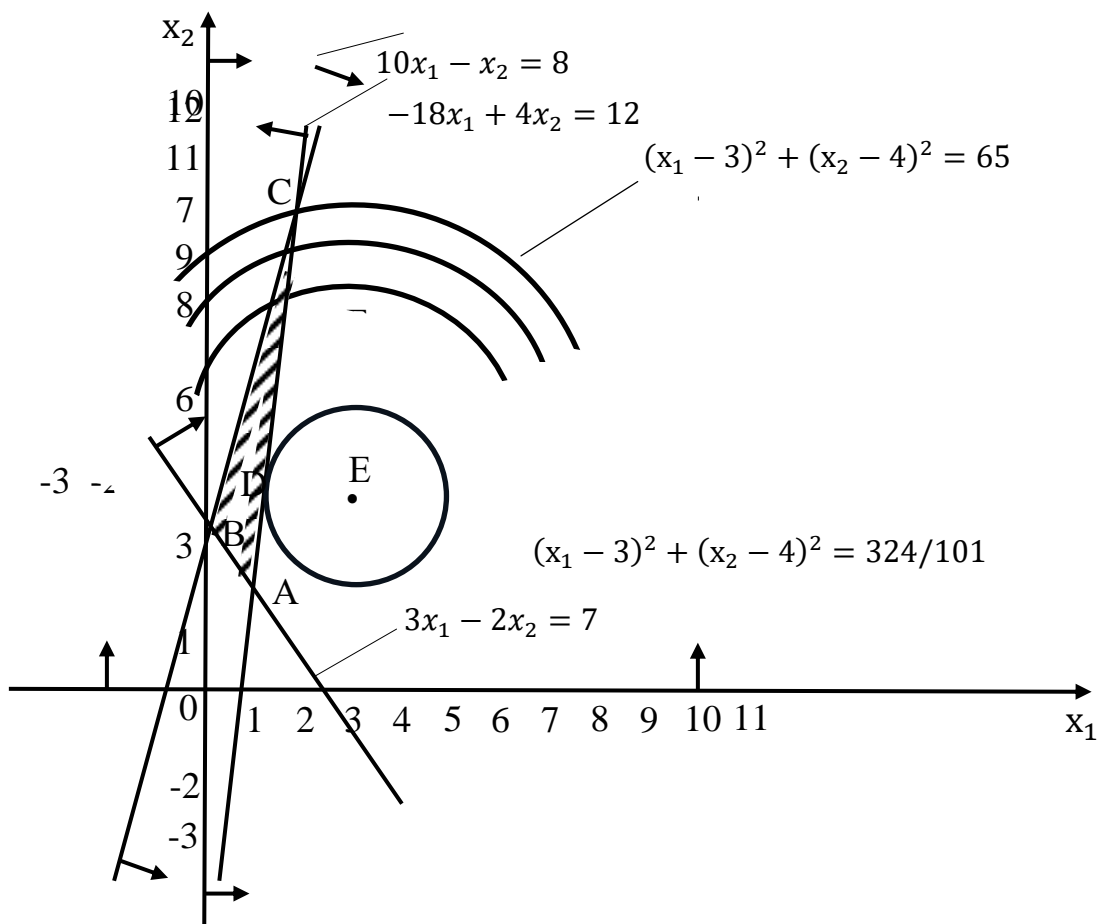


Рисунок 2 - Нахождение минимального и максимального значения функции

#### Список использованной литературы

- 1 Будько, О. Н. Математическое программирование: практикум / О. Н. Будько, О. Б. Цехан.- Гродно: ГрГУ, 2013.-262 с.
- 2 Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие. 3-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2011. - 352 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

Фроловский М. Ю., старший преподаватель,  
Никитина С. Ю., к. п. н., доцент,  
Современный технический университет, г. Рязань

### ОТ АЛГОРИТМОВ – К НЕСТАНДАРТНЫМ ЗАДАЧАМ

В процессе решения сложной математической задачи задействованы практически все психические процессы: интеллект, память, восприятие, перекодирование, эмоционально – волевые процессы. Развертывание этих процессов в их сочетании и некоторой логической последовательности – и есть процесс мышления, обдумывания задачи. Проблема в том, что именно этот процесс для нас – педагогов, методистов – до сих пор является тайной за семью печатями. Когнитивная психология, психология мышления, развивавшаяся в прошлом веке семимильными шагами, все-таки не дала ответов на все задаваемые ей вопросы. Наряду с ней развивался кибернетический подход к обучению, суть которого заключается в следующем. В обучении, преподавании мы имеем дело с ярко выраженным процессом управления, причем объектом управления является человек. Управление заключается в воздействии на знания и навыки, в конце концов, на личность в целом; цель обучения – в том, чтобы переводить «систему» из одного «состояния» в другое, и в результате прийти к некоторому такому «конечному состоянию», которое соответствует государственному стандарту образования, отвечает чаяниям педагога и желательна со стороны общества. С этой точки зрения вроде все просто: необходимо, проанализировав имеющийся опыт методистов, составить некоторую дискретную модель обучения математике. Модель эта будет, конечно, формально-логической. В советской школе кибернетический подход воплотился в идее алгоритмизации обучения [1]. В целом концепцию можно свести к двум основным пунктам:

- 1) Разработка и обучение учащихся алгоритмам решения определенных задач;
- 2) Построение алгоритмов самого обучения, т. е. алгоритмов, которые использует преподаватель в своей работе.

На этом пути были достигнуты определенные успехи. Несомненно, следы этого подхода мы находим в содержании современных государственных экзаменов по математике за 9-й и 11-й классы. В принципе, разработав достаточное количество хороших обучающих тестов, можно точно контролировать все этапы формирования математических понятий, начиная от стадии определения и далее в их теоретическом развертывании.

Это – очень трудоемкая работа. Но здесь есть еще и нечто другое. Американский математик и методист Дж. Пойя, написавший в 50-е годы фундаментальные работы по педагогике математики, сформулировал педагогическую задачу так: «Главная задача обучения математике – научить молодых людей мыслить». [2] Это, конечно, звучит несколько претенциозно, но по большому счету верно. Мы часто в своей практике сталкиваемся с тем, что вот есть ученик, у которого в принципе все те понятия и навыки, которые ему нужны для решения задачи, сформированы, он ими неплохо владеет; и тем не менее он не сможет решить нестандартную задачу. И даже частенько при объяснении ему учителем этой задачи, ученик все равно до конца не понимает ее смысл. Это выражается в том, что предложенная ему впоследствии аналогичная задача, им не решается. В чем тут дело? Проблема может быть поставлена предельно широко: возможна ли алгоритмизация собственно процесса мышления? Ведь в программированном обучении мы имеем дело не с процессом мышления, а с некоторой искусственно созданной ситуацией восприятия учащимся некоторых фиксированных понятий. Обучающийся часто может интуитивно угадать, что от него требуется и выдать верный ответ, а понятие так и останется несформированным.

Математика – наука логическая; у нее есть собственный метод – аксиоматический. И кажется порой, что это и есть та самая «нить Ариадны», которая выведет нас из лабиринта. Применяя те или иные алгоритмы, комбинируя понятия и теоремы, мы рано или поздно добьемся успеха. Но не стоит забывать, что дедукция, нанизывание одних понятий на другие, сеть теорем – это все-таки формализация уже готового, сформировавшегося знания. Но сам процесс поиска решения трудной задачи (так же, собственно, как и формирование новых математических понятий) – процесс совершенно не дедуктивный, а скорее индуктивный [2]. Здесь задействованы глубинные психические процессы. Возможно ли их примирить с формально-логическим? Существует ли единая система понятий, на которой могли бы быть выражены, как подчас не осознаваемые нами когнитивные процессы (например, озарение, инсайт), так и системы дедукции; причем одна область мышления дополняла бы другую и из нее логически вытекала? Все это вопросы крайне сложные и далекие от разрешения. Думается, что будущее развитие нашей древней и мудрой науки все же даст ответы. А мы пока проследим на примере решения конкретной задачи, на каких примерно принципах могут сработать формальные алгоритмы, усвоенные учащимся из стандартного школьного курса, при решении нестандартной задачи.

Задача [5]

Есть три коробки: в первой коробке 112 камней, во второй – 99, а третья – пустая. За один ход берут по одному камню из любых двух коробок и кладут в оставшуюся. Сделали некоторое количество таких ходов.

а) Могло ли в первой коробке оказаться 103 камня, во второй – 99, а в третьей – 9?; б) Могло ли в третьей коробке оказаться 211 камней?; в) Во

второй коробке оказалось 4 камня. Какое наибольшее число камней могло оказаться в третьей коробке?

Задача нестандартная. Как ее решать? Понятно, что слепой перебор не годится, тем более, что необходимо ответить на три вопроса. Желательно разработать некоторую процедуру, алгоритм, который позволит ко всем трем вопросам подойти с единой позиции. Составим систему уравнений, которая описывает динамику количества камней в коробках при всевозможных перекладываниях. Учащиеся знакомы с системами линейных уравнений и в принципе должны их свободно решать. При этом мы выделяем три рода операций. Допустим, мы взяли по одному камню из первой и второй коробок и переложили их в третью. Будем обозначать это символически так:

$$I, II \rightarrow III$$

Допустим, сделано  $n$  таких операций. Аналогично, можно рассматривать операции:

$$I, III \rightarrow II, \text{предположим сделано } t \text{ таких операций}$$

$$II, III \rightarrow I, \text{предположим сделано } k \text{ таких операций}$$

Каждая операция первого типа уменьшает на единицу число камней в первой и во второй коробках и увеличивает на 2 количество камней в третьей коробке. С учетом этого опишем уравнениями динамику численности камней в коробках. Используем следующие обозначения:  $x$  – конечное число камней в первой коробке,  $x_0$  – начальное число камней в ней; аналогично для второй и третьей коробок эти величины будут обозначены  $y$  и  $y_0$ ,  $z$  и  $z_0$ . Тогда:

$$x = x_0 - n - t + 2k$$

$$y = y_0 - n + 2t - k$$

$$z = z_0 + 2n - t - k$$

Теперь можно с единой точки зрения ответить на все три вопроса.

Вопрос 1. Подставляем вместо  $x, x_0 \dots z, z_0$  конкретные значения:

$$103 = 112 - n - t + 2k$$

$$99 = 99 - n + 2t - k$$

$$9 = 2n - t - k$$

Что мы хотим от этой системы?  $n, t$  и  $k$  должны быть целыми не отрицательными числами, ведь это – количество примененных операций. Попробуем решить систему; выражая из первого уравнения  $n$  и подставляя во второе и третье, получим:  $n = 9 - t + 2k$ ,  $t - k = 3$ . Причем, второе и третье уравнения совпадают. Здесь учащийся должен сообразить, что будет бесконечно много решений, которые можно выразить, например, так:

$$t = k + 3, n = k + 6 \quad (*)$$

Что это реально означает в плане ответа на поставленный вопрос? Ответ на вопрос 1 должен быть положителен: могло такое быть. Любой процесс, содержащий такое количество операций I, II и III типов, которое описывается формулами (\*) будет приводить к желаемой конечной конфигурации. Например, можно взять  $k = 0$ ,  $t = 3$ ,  $n = 6$ .

Учащегося не должно сбить с толку то обстоятельство, что решений бесконечно много. Самое главное, что оно есть.

Вопрос 2. Здесь сразу же ученик должен понять, что если в третьей коробке оказалось 211 камней (а это – общее количество камней, которые были изначально), то в первой и во второй коробках камней нет. Подставляем эти данные в нашу систему:

$$\begin{aligned} 0 &= 112 - n - m + 2k \\ 0 &= 99 - n + 2m - k \\ 211 &= 2n - m - k \end{aligned}$$

Попробуем поступить точно так же, как и ранее – выразить  $n$  из первого уравнения и подставить в оставшиеся. Снова получим два одинаковых уравнения:  $13 = 3m - 3k$ . Внимательно присмотримся к нему; в целых числах оно не удовлетворяется, ведь правая его часть делится на 3, а левая – нет. Значит, такое распределение камней по коробкам невозможно.

На каждом этапе оперирования с системой уравнений ученик должен быть готов встретить противоречие, которое означает, что описываемая ситуация невозможна. Если он такого противоречия не обнаружил (как в первом вопросе), то тогда нужно дать положительный ответ.

Вопрос 3. Здесь мы имеем дело с оптимизацией в целых числах. Обозначим число камней в третьей коробке по-прежнему  $z$ . Тогда нужно сообразить, что  $x = 207 - z$ . Снова подставляем данные в систему:

$$\begin{aligned} 207 - z &= 112 - n - m + 2k \\ 4 &= 99 - n + 2m - k \\ z &= 2n - m - k \end{aligned}$$

После элементарных преобразований уравнения примут вид:

$$\begin{aligned} z &= 95 + n + m - 2k \\ n - 2m + k &= 95 \\ z &= 2n - m - k \end{aligned}$$

В этот момент полезны сведения из линейного программирования. У нас два выражения для  $z$ , какое из них нужно использовать? Учащийся, знакомый с симплекс-методом, предпочтет первое уравнение, причем он будет знать, как действовать: необходимо добиться того, чтобы  $n$  и  $m$  были как можно больше, а  $k$  как можно меньше. При этом, конечно, значения этих переменных должны быть такими, чтобы не противоречить остальным уравнениям (напоминаем, что  $n, m$  и  $k$  должны быть целыми неотрицательными). Но самое меньшее  $k$ , которое можно вообще взять – это 0. Положим  $k = 0$ . Получим:

$$\begin{aligned} z &= 95 + n + m \\ n - 2m &= 95 \\ z &= 2n - m \end{aligned}$$

Далее – элементарно: выражаем из второго уравнения  $n$  и подставляем в первое (если подставлять в третье, то получится то же самое):

$$\begin{aligned} n &= 95 + 2m \\ z &= 190 + 3m \end{aligned}$$

Мы добились, что оптимизируемая величина  $z$  зависит только от одной переменной. Итак, увеличиваем  $m$  насколько это возможно. А насколько



возможно? Имеется верхнее ограничение для  $z$  :  $z \leq 207$ . Действительно, ведь общее число камней в первой и третьей коробках должно быть равно 207. Отсюда понятно, что наибольшее значение  $m$ , какое можно взять – это 5. Тогда  $z_{max} = 205$ . Задача решена.

Сделаем некоторые выводы. Формальные алгоритмы, которые учащиеся проходят в рамках «обычного» школьного курса математики, могут быть с успехом применены и должны ими применяться при решении нестандартных задач, задач олимпиадного характера, как часто говорят. Более того, сама система обучения математике должна быть построена так, чтобы показать, что решение каждой трудной задачи может быть разбито на «элементарные кирпичики», т.е. такие операции, с которыми может в принципе справиться и не очень сильный ученик. И учащийся должен уметь разбить любую задачу на эти элементы. Вот этому (конечно, помимо всего прочего) нужно учить в математике. Легко это сказать, но трудно сделать. Неотъемлемыми элементами этого процесса должны быть наши школьные учебники, в которых, несомненно, должно быть большое число нестандартных задач. Но они не должны быть случайно разбросаны по учебнику. Каждая изучаемая тема должна стать системой задач, возводящей, словно по ступенькам ученика от простых алгоритмов через все усложняющиеся условия их применения – к сложным задачам, решаемым через эти алгоритмы. На решение указанной проблемы должны быть нацелены и подготовка учителя, и его работа с классом.

#### Список использованной литературы

- 1 Шапиро, С. И. От алгоритмов – к суждениям. Эксперименты по обучению элементам математического мышления. М., «Советское радио», 1973.
- 2 Пойя, Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., «Наука», 1975.
- 3 Пойя, Д. Математическое открытие. М., «Наука», 1977.
- 4 Пойя, Д. Как решать задачу. М, 1959.
- 5 ЕГЭ-2023. Математика. Профильный уровень. Типовые экзаменационные варианты. Под ред. И. В. Ященко. М., «Национальное образование», 2023.

Ширяев А. Г., профессор,  
Габибов М. А., д-р с.-х. наук, профессор,  
Современный технический университет, г. Рязань

### **ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТЕПЕНЬ РАДОНООПАСНОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**

Согласно требованиям санитарных правил Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 содержание радона в помещениях различных зданий таких как жилые, общественные и производственные не должно превышать установленных уровней. Сверхнормативные концентрации данного газа в помещениях зависят от радиационно-экологической

обстановки среды, именно с ней связана радоноопасность территорий на которых осуществляется застройка [14].

Исходя из многочисленных исследований, основным источником поступления радона в здания признана геологическая среда, которая находится в его основании. Таким образом, можно утверждать, что проблема радоноопасности связана с опосредованным влиянием геологической среды на здоровье человека и является геоэкологической. В рамках геоэкологии исследования опасного воздействия радона связаны с изучением свойств, строения и состава геологической среды, а так же протекающих в ней процессов.

К геологическим признакам относятся: наличие разрывных нарушений, сейсмическая активность территорий, присутствие радона в подземных водах, выходы радоновых источников на поверхность, а так же наличие определенных типов пород, которые имеют сходный минералогический состав и структуру [8].

По средствам исследования комплекса геофизических и геологических признаков осуществляется оценка потенциальной радоноопасности территории. Такие показатели как: высокая удельная активность радона в породах, слагающих геологический разрез; эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона в зданиях на обследуемой территории, а так же уровни объемной активности радона в почвенном воздухе, то есть его концентрация составляют геофизические признаки.

При изучении влияния экологических факторов на радоноопасность земельных участков стоит так же остановиться на рассмотрении механизмов переноса радона в геологической среде. Свободный радон может мигрировать от источника выделения к земной поверхности, при условии его попадания в газово-жидкую среду. Вертикальным перемещениям радона в толще пород способствуют следующие процессы:

- 1) Диффузия за счет градиента концентрации радиоактивного газа;
- 2) Эффузия, происходящая за счет градиента давления в земной коре;
- 3) Фильтрация восходящих водных потоков;
- 4) Тепложидкостная конвекция, обусловленная подъемной силой, индуцированной геотермальным градиентом;
- 5) Изменение порового давления при сейсмических напряжениях;
- 6) Газоподъемная сила в пористой среде, образующаяся при заполнении пор водой;
- 7) Турбулентные эффекты в почвенном воздухе при изменении внешних условий – атмосферного давления, температуры, скорости ветра [12].

На данный момент наиболее детально изученным является процесс диффузии эманации. Остальные процессы практически не поддаются количественной оценке, так как их разграничение относительно друг-друга не представляется возможным [4].

Диффузионные переносы осуществляются практически в любых средах, но с разной интенсивностью. Если среда является замкнутой, благодаря процессам диффузии происходит выравнивание концентрации вещества в данной среде. Следует отметить, что диффузионные процессы могут возникать не только при наличии в среде градиента концентрации, но и под воздействием других факторов. Например, под воздействием внешнего электрического поля, поля силы тяжести или давления, а так же в неравномерно нагретой среде.

Процесс диффузии радона в однородных средах, в качестве которых могут выступать литологические слои, подчиняется законам Фика. В первом законе вводится и раскрывается значение понятия коэффициента диффузии радона, который является коэффициентом пропорциональности плотности потока радона к градиенту концентрации радона в среде [6].

Численные значения коэффициента диффузии радона используются при определении плотности потока радона (ППР) расчетным методом, а так же при построении математических моделей. Значения данного коэффициента зависят от проницаемости и пористости горной породы или почвы, структуры пор, температуры и степени заполнения пор водой.

Числовые значения объемного коэффициента диффузии радона в воздухе, воде и грунтах разного типа представлены в таблице 1 [11,13, 15,17].

Исходя из данных таблицы, составленной по материалам, взятым из различных источников, можно отметить, что массивные кристаллические породы, такие как кварциты, граниты и некоторые другие, обладают наименьшими коэффициентами диффузии.

Таблица 1 - Числовые значения коэффициента диффузии радона в разных средах

Среда переноса радона	Коэффициент диффузии радона D, м <sup>2</sup> /с
Воздух	$1 \cdot 10^{-5}$
Вода	$1 \cdot 10^{-9}$
Кора выветривания гранитов	$2,1 \cdot 10^{-6}$
Элювиально-делювиальные отложения	$5 \cdot 10^{-7}$
Песок глинистый, не утрамбованный	$3,3 \cdot 10^{-6}$
Песок кварцевый	$(1,0-3,7) \cdot 10^{-6}$
Песок речной	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Песок	$(4,5-7,0) \cdot 10^{-4}$
Почва суглинистая	$1 \cdot 10^{-6}$
Глинисто-песчаные наносы	$2,7 \cdot 10^{-6}$
Суглинок	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Глины	$(6,5-7,5) \cdot 10^{-7}$
Глины плотные	$(2,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-7}$
Кварцит	$0,8 \cdot 10^{-10}$

Это связано с тем, что пористость данных пород в среднем не превышает нескольких процентов. Максимальные же значения

коэффициента диффузии характерны для приповерхностных грунтов расположенных в зонах выветривания, трещиноватых пород и сухих песков.

Так же из данных таблицы видно, что коэффициент диффузии радона в воде значительно ниже, чем в воздухе. Вследствие этого степень заполнения порового пространства водой является одним из основных факторов определяющих коэффициент диффузии рыхлых песчано-глинистых отложений и почв. При заполнении водой порового пространства более чем на 70 % наблюдается явление блокировки водой пор и соответственно снижение коэффициента диффузии в грунте.

Радоновая обстановка в здании является результатом протекания физических процессов переноса радона в системе сред «грунт – атмосфера – здание». Как уже было отмечено, непосредственно из грунта радон проникает в помещения за счет непрерывно протекающего процесса молекулярной диффузии. Из первого закона Фика следует, что плотность потока радона на границе раздела «грунт-атмосфера» тем больше, чем выше значения коэффициента диффузии радона в грунтах и градиента объемной активности радона в грунте.

Диффузионный перенос радона является регулярным процессом, но объем поступающего газа может существенно усиливаться при определенных условиях. Это напрямую связано с конвекцией воздуха через плохо изолированные стыки между подземными инженерными коммуникациями, а так же с наличием трещин и различных других дефектов в материалах подземных или приземных ограждений здания. Именно поэтому максимальная концентрация радона обычно наблюдается на нижних этажах зданий, а так же в подвальных помещениях [2].

Конвекция потоков порового воздуха и перенос при этом радона происходит естественным путем и под действием внешних сил, таких как силы Архимеда, пневматического, гидростатического и гидродинамического давления. Различают два вида конвекции газообразных веществ:

1) Естественная конвекция, которая происходит при неравномерном нагреве среды в поле тяжести;

2) Вынужденная конвекция, которая возникает в результате движения жидкой и газовой фаз как сплошных (вязких) сред под действие внешнего перепада давления.

Конвективный перенос радона может осуществляться только при соблюдении двух условий:

1) Наличие в массиве системы крупных пустот, которые соединяют между собой поры и трещины грунта, именно в них осуществляется объемное перемещение газов и жидкостей;

2) Наличие внешних сил, вызывающих движение газов и жидкостей.

В геодинамических зонах, где перенос радона происходит с глубин до 100 м восходящими газовыми потоками, вызванными высоким геотермальным градиентом, конвекция протекает наиболее активно [7].

Вертикальная фильтрация в свою очередь не характерна для равнинных платформенных областей из-за присутствия значительной мощности рыхлых песчано-глинистых отложений. В таких условиях перемещения радона ограничены его периодом полураспада и соответственно происходят с глубины не превышающей 15 метров, в среднем же глубина перемещения в данных условиях составляет 4 – 5 метра.

Для всех пород обладающих низкими значениями открытой пористости, а так же для глин, в которых поры имеют размеры, не превышающие десятки микрометров, конвекция радона практически не представляется возможной. Чего нельзя сказать о хорошо проницаемых, трещиноватых горных породах и пористых отложениях.

Как уже отмечалось ранее, градация среды по плотности, которая возникает в случае нагрева или охлаждения ее отдельных участков, является причиной естественной конвекции. Подъемная сила, выталкивающая в вертикальном направлении более нагретые и менее плотные массы геогаза или поровой жидкости, возникает как следствие изменения плотности части среды в сторону ее уменьшения, относительно средней плотности среды.

Интенсивность переноса радона во время вынужденной конвекции зависит от скорости вынужденного движения газа или жидкости. Данные перемещения вещества названы вынужденными, так как возникают при приложении каких-либо внешних сил, например, сейсмических колебаний грунта, а так же его не стабильности при взрывах и лунно-солнечных приливных явлениях. Так же к внешним воздействующим на конвекцию силам можно отнести гидростатическое, гидродинамическое и пневматическое давление, возникающее при заполнении порового пространства водой [11].

Высокая естественная радиоактивность грунта, а так же интенсивный перенос радона из хорошо проницаемых отложений, которые часто присутствуют в зонах активных тектонических разломов, приводят к повышенному радоновыделению из геологической среды.

По глубине и масштабам переноса вещества можно выделить два вида конвекции. «Почвенная» конвекция, которая представляет собой перемещение почвенного газа в приповерхностных слоях грунтов, и «глубинная» конвекция, происходящая благодаря перемещениям радона с газово-жидкими потоками из более глубоких горизонтов земной коры.

Почвенная конвекция происходит в результате воздухообмена между почвой и приземными слоями атмосферы, который так же именуется аэрацией почв. Воздухообмен осуществляется за счет трещин и макропор, образованных в результате жизнедеятельности растений и животных, а так же благодаря физическим воздействиям, таким как колебания давления и температуры, выпадение осадков и т. п. Так же почвенная конвекция напрямую зависит от уплотнения почвы и степени ее влажности. Например, уплотнение почвы приводит к схлопыванию макропор и как следствие снижению газопроницаемости. С увеличением влажности в свою очередь

увеличивается степень заполнения порового пространства водой, что приводит к влагонасыщению почвы и так же к снижению газопроницаемости.

Размеры трещин и пор с глубиной уменьшаются, но их количественный показатель остается практически стабильным, соответственно с глубиной проницаемость почв значительно снижается. Данное распределение макропористости  $R_{мп}$  (отношение объема макропор к объему почвы) и площади поверхности макропор  $S_{мп}$  в почвенном слое приведено на рисунке 1 [18]. Мощность приповерхностного слоя, в котором расположены макропоры и трещины, зависит от типа почв и климатических условий, в среднем она составляет 25-50 см.

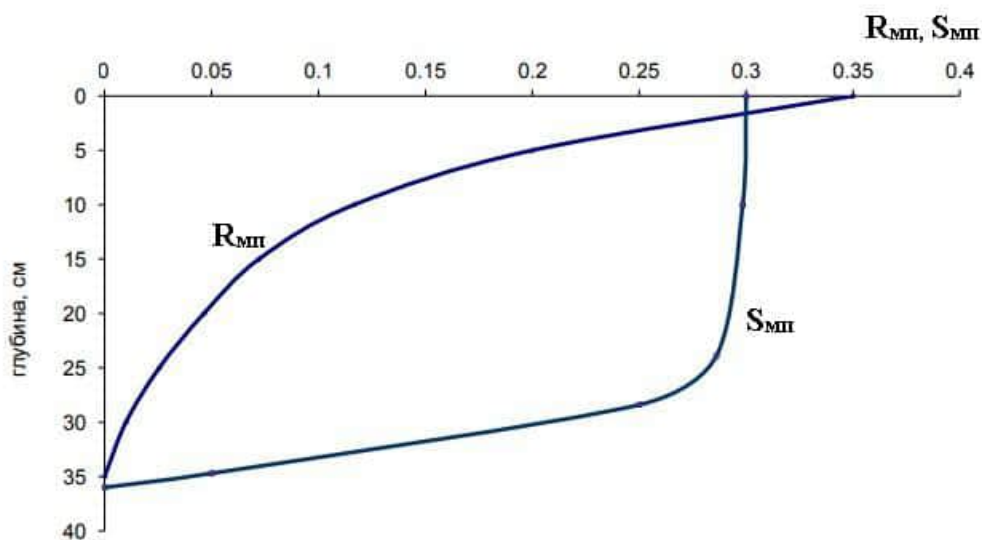


Рисунок 1 - Распределение макропористости и площади поверхности макропор в почвенном слое

Глубинная конвекция радона на данный момент является недостаточно изученной. Исходя из анализа литературных источников, данный вид конвективного переноса может осуществляться в зонах активных тектонических разломов на территориях с высоким геотермальным градиентом [11].

Следует отметить, что повышенные уровни радона в зданиях зависят не только от геологической среды, несмотря на то, что она является основным источником поступления радона в помещения. Относительно небольшой, но все же значимый, процент поступления в здания данного газа связан с материалами, из которых велось строительство. Если материалы были взяты из отходов переработки гранита, глинистых сланцев, фосфатов или урановой руды, при проверке застройки в подавляющем большинстве будут выявлены повышенные уровни радона, так как данные материалы содержат значительное количество материнского радия и, следовательно, являются потенциальными источниками радона [10].

Выделение свободного радона из твердой фазы минералов, рыхлых образований и горных пород, является одной из важнейших проблем в изучении поведения радона в геологической среде. Данный процесс выделения свободного радона твердой фазы в открытые поровые образования породы или в окружающее пространство, называется эманированием. А. П. Ратнером был предложен механизм выделения эманаций из твердых веществ и затем разработан в виде количественной теории С. Фллюге и К. Сименсом.

Согласно данной теории явлением, обуславливающим эманирование, является эффект радиоактивной отдачи. Известно, что радон образуется при распаде радия, который при этом испускает альфа-частицы. Некоторая часть энергии альфа-распада, которая и является энергией отдачи, передается образовавшемуся атому радона и представляет собой импульс движения, направленный противоположно вылету альфа-частицы. Приобретенная энергия позволяет образовавшемуся атому радона вырваться с позиций материнского радия, в том числе в кристаллической решетке, и совершать перемещения внутри твердого тела. Когда атомы отдачи теряют энергию они остаются либо в твердой фазе вещества, образуя «связанный» радон, либо вырываются в поровое пространство, образуя «свободный» радон, который способен к дальнейшей миграции и соответственно к поступлению в здания и постройки, с последующим накоплением [7].

Эманлирующая способность зависит от целого ряда факторов, таких как:

- характеристика распределения в веществе изотопов радия, которые, как уже неоднократно упоминалось, являются материнскими по отношению к радону;
- величина поверхности вещества;
- состояние кристаллической решетки;
- размер пор и пустот;
- характеристика вещества, заполняющего поры и пустоты;
- влажность и температура среды [11].

Количество материнского радия в веществе и его распределение является одним из важнейших факторов, определяющих эманлирующую способность исследуемого вещества. Если материнский радий равномерно распределен по объему зерен, коэффициент эманирования данного вещества не будет превышать нескольких процентов. Обратная тенденция наблюдается для веществ, где радий сконцентрирован на поверхности твердой фазы, в таких случаях коэффициент эманирования увеличивается до десятков процентов [7].

Так же установлено, что при концентрации материнского радия на ультратонкодисперсном веществе, таком как: окислы и гидроокислы железа и марганца, а так же органика, коэффициенты эманирования могут достигать очень высоких значений вплоть до 70-80 %. Это связано с тем, что все выше перечисленное ультратонкодисперсное вещество представлено твердыми частицами размер которых прямо сопоставим с пробегом атома отдачи в

твердой фазе. Органическое вещество, из которого происходит выделение радона не только путем радиоактивной отдачи, но и посредством диффузии, также характеризуется высокими значениями коэффициента эманирования. С этим, по мнению некоторых исследователей, могут быть связаны относительно высокие коэффициенты эманирования почв.

На эманлирующую способность значительно влияет размер пор и пустот по отношению к пробегу атомов отдачи, а так же состоянию среды, которая заполняет данные поры и пустоты. Среда может быть представлена в виде газа, жидкости или твердым веществом, например, льдом. Если рассматривать случаи, когда размер пор меньше пробега атомов отдачи в среде, заполняющей поры, вероятность прохождения данными атомами пор насквозь очень высока, а значит, это приведет к их вторичному внедрению в твердую фазу вещества. Следует отметить, что пробег атомов отдачи в воздухе значительно больше, чем в воде и превышает размеры большинства пор. Соответственно при удалении из пор пленочной влаги происходит практически полное подавление эманации [5].

Коэффициент эманирования рыхлых дисперсионных отложений напрямую зависит от типа их микроструктуры и присутствия органического вещества. Установлено, что коэффициент эманирования снижается при изменении микроструктуры грунта от ячеистой, которая является характерной для илов и рыхлых свежих осадков.

На эманлирующую способность различных веществ так же влияет температурный режим. Высокая степень изученности влияния температур на эманации доступна благодаря широкому развитию методов термоэманографии в радиохимии. Установлено, что влияние температур связано с непосредственным изменением состояния вещества при их перекристаллизации. Например, в гидроокислах кальция и алюминия, а так же в гипсах при температуре от  $130^{\circ}\text{C}$  и выше наблюдается существенное увеличение эманирования. Данное явление связано с тем, что происходит перекристаллизация выше описанных соединений [16]. Похожие опыты по прокаливанию производились с образцами глины и гранита. Возрастание эманирования отмечалось при температурах около  $200^{\circ}\text{C}$ , так же было отмечено, что при охлаждении образцов происходил обратный процесс по снижению выделения радона, который авторы испытаний связывают с процессами сорбции-десорбции радона в образцах [3].

В большинстве природных минералов, обладающих кристаллической решеткой, увеличение выделения эманации наблюдается только при температуре  $300\text{-}400^{\circ}\text{C}$ . Данный диапазон температурных показателей связан с тем, что происходит интенсификация сначала структурно-чувствительной диффузии по внутренним поверхностям кристаллов, а затем по мере разрыхления кристаллической решетки, и диффузий по всему объему твердой фазы. Для неорганических веществ полное выделение радона может происходить только при условии достижения температуры плавления вещества [16].



При нагревании веществ, обладающих высокопористой структурой, до температур близких к температуре плавления происходит коллапс пористой структуры вещества и стеклование его частиц, это приводит к снижению интенсивности выделения радона из образца. При последующем охлаждении первоначальная структура не восстанавливается, исходя из этого следует отметить, что эманационная способность пористых веществ после плавления всегда отличается от первоначальной и является более низкой [1].

Отрицательные температуры оказывают иное влияние на эманирование. Например, эманирование урановых руд значительно снижается при понижении температуры ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Такой эффект наблюдается только в сильно увлажненных образцах и никак не коррелирует с опытами с сухими препаратами. Снижение эманирования в данном случае связано с заполнением порового пространства твердой фазой, а именно льдом, который в свою очередь достаточно прочно удерживает атомы радона и блокирует их перемещение [15].

Радон, выделившийся в поры и пустоты за счет эманирования, может присутствовать в газовой компоненте и в растворенном виде в жидкой компоненте грунта. Радон может легко перераспределяться между компонентами при изменении термодинамических условий. Распределение радона зависит от химической природы, солевого состава жидкости и ее температуры и не зависит от давления газа и от природы газовой фазы. Как уже упоминалось ранее, радон практически не растворим в воде, с этим свойством связана его способность легко переходить из воды в воздух и наоборот за счет диффузионных процессов.

При отборе образцов из скважины, где наблюдаются условия термодинамического равновесия почвенной влаги с атмосферным воздухом, практически весь растворенный радон в соответствии с законом Генри об условиях растворимости газов в жидкости, которому подчиняется межфазное распределение радона, удаляется из жидкой фазы грунта. Исходя из выше сказанного, можно утверждать, что в образцах, отобранных из массива, радон, растворенный в поровой влаге, практически отсутствует [7].

Процесс эманирования имеет количественную характеристику, которая представлена в виде величины коэффициента эманирования ( $K_{эм}$ ). Данный коэффициент представляет собой отношение между количеством радона (активностью), выделяющимся из твердой фазы в поровое пространство грунта или окружающую среду, и общим количеством (активностью) радона, которое образуется в грунте за то же время. Иначе коэффициент эманирования грунта можно интерпретировать как отношение активности свободного радона к активности материнского радия в грунте. Знание количественной характеристики эманационного процесса горных пород необходимо для точной оценки количества свободного радона, который генерируется в породе, а так же для выявления фоновых родоновых полей и эманационных аномалий. С помощью расчета коэффициента эманирования

можно более достоверно оценить интенсивность поступления радона в здания [8].

Коэффициент эманирования является безразмерной величиной, так как характеризует эманирующую способность грунта. Он может выражаться как в относительных единицах, так и в процентах.

Микроструктура горных пород оказывает большое влияние на величину коэффициента эманирования. Ранее неоднократно упоминалась связь между эманицией радона и наличием пор и пустот в массиве грунта, так же на показатель коэффициента эманирования оказывает существенное воздействие на гранулометрический состав горных пород.

В супесчаных и песчаных горных породах крупноразмерные фракции преобладают над пылеватой составляющей грунта, а так же очень низок процент содержания коллоидных частиц, которые задерживают радон. Чего нельзя сказать о глинистых и суглинистых породах, где в отдельных случаях пылеватая часть может значительно преобладать над крупной песчанистой фракцией, а коллоидных частиц значительно больше.

Для процесса эманирования необходимо наличие в грунте структурных элементов породы сопоставимых с пробегом атомов отдачи в среде. Такие структурные элементы в большом количестве присутствуют в пылеватых по гранулометрическому составу горных породах. Так же стоит отметить, что глинистым грунтам свойственна ячеистая микроструктура. Горные породы, обладающие данной микроструктурой, отличаются высокой пористостью и влажностью. Главная морфологическая особенность ячеистой микроструктуры заключается в наличии открытых ячеек, которые сложены листообразными микроагрегатами глинистых частиц [4].

Из определения суглинистых пород можно отметить, что данному грунту присуще преимущественное содержание глины и значительного количества песка, это позволяет сделать вывод о том, что эманирующая способность суглинистых пылеватых грунтов будет ниже, чем у глин, но выше чем у песков и супесей. Значения коэффициента эманирования для основных типов грунтов представлены в таблице 2 [9].

Таблица 2 - Значение коэффициента эманирования и плотности для основных типов грунтов

Тип грунта	Коэффициент эманирования*, отн. ед.	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Пески, супеси	0,30	1800
Суглинки	0,35	1950
Глины	0,40	1900
Грунты с высоким содержанием органической компоненты	0,55	1200
Рыхлая кора выветривания скальных пород (суглинок, мука, дресва, обломки)	0,35	2000
Известняки, песчаники	0,20	2200

Таким образом, исходя из многочисленных исследований, основным источником поступления радона в здания признана геологическая среда, которая находится в его основании. Экологические факторы геологической среды, такие как влажность грунта, степень его пористости, гранулометрический состав и многие другие физико-механические показатели оказывают прямое влияние на степень выделения свободного радона из массива грунта.

#### Список использованной литературы

1. Бекман, И. Н. Эмационно-термический анализ базальтовых волокнистых адсорбентов / И. Н. Бекман // Радиохимия. – М.: МГУ, 2004. – Т.46. № 1. – С.78-83.
2. Заболоцкий, Б. Ю. Исследование радоноопасности грунтовых оснований зданий и территорий застройки: автореф. дис... кандидата техн. наук: 03.00.16 / Б.Ю. Заболоцкий. – М.: НИИ Строительной физики РААСН, 2005. – 25 с.
3. Инструкция по организации и проведению мониторинга радонового поля на экспериментальных площадках; утв. директором НТЦ РХБГ. – М.: Фонды ФГУП НТЦ РХБГ, 2011. – 28с.
4. Крисюк, Э. М. Проблема радона – ведущая проблема обеспечения радиационной безопасности населения / Э. М. Крисюк. – М.: АНРИ, 1997. – № 9. – С.13-16.
5. Кургуз, С. А. горной породы в условиях повышенной влажности / С.А. Кургуз, Р.А. Назиров, И.В. Тарасов. – М.: АНРИ, 2014. – №76. – С.29-43.
6. Макаров, В. И. Влияние структурно-геологических особенностей на распределение концентраций подпочвенного радона и радона в подвалах жилых зданий (на примере района Чертаново г. Москвы) / В. И. Макаров и др. // Геоэкология – М.: ИГЭ РАН, 2003. – №2. – С. 139-152.
7. Микляев, П. С. Механизмы формирования потока радона с поверхности почв и подходы к оценке радоноопасности селитебных территорий / П. С. Микляев, Т. Б. Петрова. – М.: АНРИ, 2007. – №2. – С.2-17.
8. Микляев, П. С. Принципы оценки потенциальной радоноопасности территорий / П. С. Микляев, Т. Б. Петрова, А. А. Цапалов. – М.: АНРИ, 2008. № 55. – С. 14-19.
9. МУ 2.6.1.038-2015. Оценка потенциальной радоноопасности земельных участков под строительство жилых, общественных и производственных зданий: Методические указания. – М.: фонды ФГУП НТЦ РХБГ, 2015. – 28с.
10. МУ 2.6.1.2838-11. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности. Методические указания. – СПб.: ЛЮБАВИЧ, 2011. – 51 с.
11. Новиков, Г. Ф. Радиометрическая разведка / Г. Ф. Новиков. – Л.: Недра, 1989. – 406 с.
12. Осипов, В. И. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств /В. И. Осипов, В. Н. Соколов. – М.: ГЕОС, 2013. – 576 с.
13. Радиометрические методы поисков и разведки урановых руд / отв. ред. В. В. Алексеева. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 612 с.
14. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). – М.: ФЦГиЭ, 2009. – 100 с.
15. Сердюкова, А. С. Изотопы радона и продукты их распада в природе / А. С. Сердюкова, Ю. Т. Капитанов. – М.: Атом, 1975. – 134 с.
16. Старик, И. Е. Основы радиохимии / И. Е. Старик. – Л.: АН СССР, 1960. - 459 с.
17. Novak V. Cracks in Sealing soil and the calculation of their characteristics. - Water in heave Soil, 1976. – V.II. – P. 21-41.

18. Tsapalov A. Open chareoal chamber method for mass measurements of radon exhalation rate from soil surface / A. Tsapalov, K. Kovler, P. Miklyaev // Journal of Environmental Radioactivity, 2016. – №160. – P. 28-35.

## **СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК**

Ильин А. В., к. ю. н., доцент  
кафедры истории, философии и права,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В. Ф. Уткина»

### **ВОЛЯ И ИНТЕРЕСЫ В ПРАВОТВОРЧЕСТВЕ**

Чаще всего правотворчество определяется как создание права, как деятельность, результатом которой является установление в обществе действующего права.

Правотворчество является составной частью более широкого процесса - правообразования. Нельзя не согласиться с точкой зрения Г. В. Назаренко, в соответствии с которой «правообразование - это естественно-исторический процесс формирования права, в ходе которого происходят анализ и оценка сложившейся правовой действительности, выработка взглядов и концепций о будущем правового регулирования, а также разработка и принятие нормативных предписаний»[1].

Определяя правотворчество как социальное явление и, одновременно, как обладающее юридическими свойствами, нельзя ограничить его понимание лишь в виде процесса издания нормативных правовых актов. Правотворческая деятельность выражается в гораздо более значительном по объёму круге процессов: в подготовке концепции и проекта нормативного правового акта, в выявлении потребностей в правовом регулировании тех или иных групп общественных отношений, в определении направления и характера самого регулирования.

Как считает румынский специалист в области правотворчества А. Нашиц[2], комплексный подход к правотворчеству требует развития реальных связей между различными явлениями, участвующими в

формировании права, осуществляющих переход от материальных факторов к сознанию и от него - к правовым нормам.

Следует также отметить, что в специальной литературе подчёркивается необходимость принципиального различия терминов «формирование права» («правообразование») и «правотворчество»[3]. Существуют различные точки зрения по вопросу о том, что именно из предварительной стадии формирования права следует включать в понятие правотворчества. Крайней позицией является включение в данное понятие только процесса издания нормативных правовых актов [4]. Более широкое понимание этой проблемы охватывает, кроме того, подготовку проекта соответствующего нормативного правового акта, его предварительное обсуждение, подготовительную работу, которая ведётся в связи с проектом нормативного правового акта и по поводу него.

На современном этапе развития общества понятие «правотворчество» призвано охватить более широкий круг явлений, включить в себя все сложные процессы, предшествующие принципиальному решению о подготовке проекта нормативного правового акта, выявить потребности в правовом регулировании тех или иных видов общественных отношений, направление и характер такого регулирования.

Кроме того, в современном правоведении, как отечественном, так и зарубежном существуют разные понятия права и закона, разные подходы к вопросу об их соотношении. Одно из наиболее распространенных - определение права через его форму, т.е. через закон. В противовес этому сторонники современного демократического подхода исходят из содержательного определения понятия права. Непозитивистский подход к праву основан на этическом и либеральном правопонимании. Для этого подхода характерно объяснение сущности права через понятия справедливости, естественных и неотчуждаемых прав человека. Здесь «Право - мера общественного порядка, по содержанию право есть средство общественного согласия; по форме право есть нормативно закрепленная и реализованная справедливость»[5].

Законы, пишет В. А. Четвернин, могут быть формой как правовых, так и неправовых норм и положений[6].

Анализируя данную проблематику, на наш взгляд, следует присоединиться к точке зрения С. А. Комарова, который отмечает, что «наиболее существенным признаком права является то, что оно исходит от государства, а не от общества, выступая воплощением воли государства, т.е. государственной воли политических сил, стоящих у власти, а не воли всего общества...В современной российской науке нет единого понимания права, хотя большинство ученых исходят из того, что его нельзя рассматривать только как возведенную в закон волю господствующего класса. Было предложено широкое понимание права, куда включались не только юридические нормы, но и правовые отношения, правовая идеология, правовое сознание, что приводило, естественно, к различению права и

закона. Действительно, право – более широкое по объему понятие, чем закон, так как кроме него существуют и иные нормативные предписания как внутреннего (указы, постановления, решения и т.п.), так и международного характера. Можно согласиться с тем, что право предшествует закону, что оно непосредственно вытекает из общественных потребностей. В этом случае, под ним понимается право в общесоциальном смысле, т.е. моральное право, право народов и т.п. Государство не придумывает право, оно закрепляет сложившиеся в обществе представления о справедливости, но нельзя понимать под правом объективные общественные отношения даже до их санкционирования законом. Право в специально-юридическом смысле есть юридический инструмент, связанный с государством. При всех различных подходах к пониманию права профессиональному юристу должна быть присуща четкая и определенная позиция: никакое пожелание, убеждение или мнение не могут рассматриваться как правовая норма, коль скоро они не выражены в юридическом акте, принятом надлежащим образом. Соответственно и изменить этот акт можно только предусмотренным законом способом»[7].

Кроме того, рассматривая вопрос о соотношении государства и права, им же отмечается, что «государство непосредственно связано с правом и проводит через него свои установления. Право не существует без государства, оно является его непосредственным продуктом; хотя оно и обусловлено экономикой, порождается не ею, а государством в процессе особой государственной деятельности – правотворчества. Государство есть та форма, в которой осуществляются как общие, так и частные интересы и в которой все гражданское общество данной эпохи находит свое сосредоточение, поэтому все общие установления опосредуются государством, получают политическую форму. Отсюда возникает видимость самостоятельности, независимости права. Непосредственным источником права является государство. Творя право, оно создает иллюзию, будто право не обусловлено экономикой, а является произвольным порождением государственной воли, свободной от экономики. На самом деле государственная воля формируется под непосредственным воздействием экономических интересов. Государство и право как феномены общества, непосредственно взаимодействуя, составляют диалектическое единство. Право создается государством, которое должно быть связано правом. Это вытекает из объективной природы права как относительно устойчивой, стабильной системы норм»[8].

Находя компромисс между крайними позициями существующего правопонимания, А. Ф. Черданцев совершенно справедливо отмечает, что «в праве выражается воля государства. Но это воля - не голый приказ, не чисто волюнтаристский произвол, а воля детерминированная, обусловленная многочисленными факторами общественной жизни»[9].

Вместе с тем, выражаемая в правотворчестве государственная воля для обеспечения эффективности принимаемых государственных решений, их

легитимности, должна в идеале базироваться на согласовании интересов социальных субъектов, выявлять согласованный «общий» интерес, согласованную волю. Однако, ради справедливости стоит отметить, что на практике это происходит далеко не всегда, в конечном счете государственная воля является решающей.

Таким образом, правотворчество можно обозначить как вид государственной юридической деятельности по формированию источников права, характеризующийся целенаправленным процессом анализа тенденций развития личности, общества и государства, познания и оценки их правовых потребностей, формирования и принятия правовых актов уполномоченными субъектами в рамках соответствующих (как юридически фиксированных, так и неформальных) процедур.

Относительно неформальных процедур имеются в виду, так называемые, законодательные технологии правотворческого процесса (лоббирования, блокирования законопроектов и др.), которые все чаще упоминаются и анализируются как практическими работниками, так и представителями правоведческой науки [10].

#### Список использованной литературы

- 1 Назаренко, Г. В. Теория государства и права. - М, 1998. С. 107.
- 2 Нашиц А. Правотворчество. Теория и законодательная техника / Пер. с румын.; Под ред. Д. А. Керимова и др.- М: Прогресс, 1974.
- 3 См. например: Алексеев, С. С. Проблемы теории права Свердловск, 1973.-Т. 2. С. 5-9.
- 4 Ковачев, Д. А. Механизм правотворчества социалистического государства: вопросы теории. М.: Юрид. лит., 1977. С. 82 - 83.
- 5 Лившиц, Р. З. Теория права. М., 1993.
- 6 Четвернин, В. А. Понятия права и государства. Введение в курс теории права и государства. М., 1998. С. 63.
- 7 Комаров, С. А. Общая теория государства и права. СП-б., 2001. С. 35-40.
- 8 Там же.
- 9 Черданцев, А. Ф. Теория государства и права. М., 2000. С. 229.
- 10 См. например: Червонюк, В. И. Теория государства и права. М., 2003. С.168-174.

Ильин А. В., к. ю. н., доцент  
кафедры истории, философии и права,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В. Ф. Уткина»

## **К ВОПРОСУ О ПРАВОТВОРЧЕСКОЙ РОЛИ СУДОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Данная проблема представляется чрезвычайно острой. Отсутствие внимания к ней чревато серьезными негативными последствиями, связанными с обеспечением принципа разделения властей как одного из ключевых в понимании правового государства, возможными

злоупотреблениями в сфере функционирования структур государственной власти.

Представляется, что однозначное понимание правотворческой деятельности современной России через призму понимания источников права и правовой нормы, сложившегося в отечественной юриспруденции, не совсем целесообразно и обоснованно с позиции анализа правотворчества как особого вида государственной деятельности российского государства, характеризующегося своей собственной, особенной организационно-правовой природой, кроме того, способствует объективному понятийному признанию правотворческой деятельности, которая таковой законодательно не является, в частности в силу известного принципа разделения властей (например, судебного правотворчества Конституционного суда РФ в ходе судебного нормоконтроля), а также собственной правотворческой деятельности органов, которые обособлены от государства, не входят в систему органов государственной власти Российской Федерации (когда признается именно правотворчество органов местного самоуправления). Кроме того, данное понимание, на наш взгляд, не способствует реализации принципа законности правотворческого процесса современной России, вызывает такое, в частности, явление как «законодательное нормотворчество органов исполнительной власти» и т.д.

На наш взгляд, стоит подчеркнуть, что многие существующие в области понятийной характеристики правотворчества проблемы, кроются в рамках понятия «источник права».

Так, например, обосновывая роль актов правосудия как источников административного права Д.Н. Бахрах и А.Л. Бурков отмечают, что, к сожалению, определению «источник права» не уделялось достаточно внимания и, как следствие, между понятиями «источник права» и «нормативный акт» ставился знак тождества, им давалось единое определение, которое, более того, не отражало весь спектр правотворческой деятельности и, соответственно, четко не разграничивало нормативные и ненормативные акты[1]. В науке преобладало определение нормативного акта как акта, содержащего нормы права. Недостаток определения источника права как акта, закрепляющего нормы права, заключался в следующем. Понятие «источник права» определяли, основываясь на особенностях правовой нормы, соответственно, через понятие правовой нормы. Определение источника права, являющегося «результатом правотворческой деятельности государственных органов», должно отражать характер этой деятельности и ее конечный продукт, который выражается не только в закреплении правил поведения. Правильное определение понятия «нормативно-правовой акт» не может отвлекаться от назначения данного акта, его юридической функции и ограничиваться только указанием на необходимость обнаружить изложение норм права в тексте данного акта. Нормативный акт как результат правотворчества должен отражать особенности не нормы права, а правотворческой деятельности, которая



понимается как целенаправленная деятельность органов государственной власти либо самого народа по установлению, изменению или отмене общеобязательных правил поведения (норм права) в обществе посредством определенной формально-юридической процедуры. Аналогичное определение правотворчества содержится, например, в Законе США «Об административной процедуре», которое понимается как процесс «формирования, дополнения или отмены нормы». Таким определением нормативного правового акта, отражающим особенности не нормы права, а особенности правотворческой деятельности, является «правовой акт, содержащий, устанавливающий, отменяющий, изменяющий нормы или изменяющий сферу их действия». «Таким образом, определение нормативного акта как акта, направленного на установление правовых норм, на их изменение и отмену, в настоящее время приобретает еще большую актуальность в связи с появлением у судов полномочий на осуществление нормоконтроля»[2]. Ввиду этого, в юридической литературе, в частности, справедливо отмечается, что «решения Конституционного Суда вполне подпадают даже под формальное определение нормативного правового акта, так как «решение Конституционного Суда о признании правового положения неконституционным влечет отмену этого положения, то есть правовой нормы»[3].

Таким образом, правотворческая деятельность анализировалась (и анализируется), в основном, через понятие источников права и соответственно нормативных актов, состоящих из совокупности определенных правовых норм. Традиционная юридическая цепочка выглядит следующим образом: норма права -нормативный правовой акт- источник права – правотворческая деятельность. В данной ситуации мы вынуждены по формальным признакам правовой нормы и источника права, в частности, говорить и о судебном правотворчестве. Хотя, как совершенно справедливо отмечает В.С. Нерсесянц, «сторонники права суда на правотворчество исходят из ложного представления, будто всякая государственная власть (а следовательно, и судебная власть) автоматически включает в себя такое право. Но судебная власть – это власть в совершенно другом смысле и с качественно иными полномочиями, чем власть законодательная и исполнительная. Без таких качественных отличий функций и полномочий разных государственных властей нельзя было бы вообще говорить о разделении властей. Правозащитная, правоутверждающая и правонесущая роль суда в российской государственно-правовой системе связана с надлежащей реализацией его функций и задач именно в области действия права, в правоприменительной сфере. По смыслу конституционного разделения властей акты всех звеньев судебной системы (судов общей юрисдикции, арбитражных судов, Конституционного Суда Российской Федерации, конституционных судов субъектов Федерации) – несмотря на их внешние различия –являются именно правоприменительными актами. Только в этом своем качестве они и обязательны»[4]. Вместе с тем, научная

позиция возможности правотворчества Конституционного Суда достаточна сильна. Неслучайно разработанный в свое время сотрудниками Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации проект Федерального закона «О нормативных правовых актах Российской Федерации», в перечень нормативных правовых актов Российской Федерации включает нормативные постановления Конституционного Суда Российской Федерации[5].

Как нам представляется, понимание права как особого социального феномена, правовой нормы, источника права и правотворчества не должно однозначно трактоваться исключительно через соответствующие устанавливаемые в определенную систему правила поведения, обязательные для неопределенного круга лиц, рассчитанные на неоднократное применение и обеспеченные возможностью государственного принуждения. Вектор понимания правотворческой деятельности должен идти от собственно особенностей правотворческой деятельности и ее субъектов к пониманию соответствующего подлинного источника права, подлинно правовой нормы. Это здесь принципиальный момент.

Кроме того, как отмечается в юридической литературе, в «демократическом государстве правовые нормы выражаются исключительно при помощи конституции (высшего по юридической силе нормативного правового акта – основного закона) и законов (нормативных правовых актов, регулирующих отношения между лицами более развернуто на основе положений конституции). Конституция и законы регулируют отношения между равными лицами, поддерживая их права и закрепляя взаимные обязанности. Такие отношения можно назвать договорными (собственно правовыми). Все остальные отношения являются служебными (должностными, регламентными, нормативными, т.е. осуществляемые в режиме исполнения служебных обязанностей, но не в режиме реализации прав свободных и равных лиц). Они основаны на приказе начальника подчиненному, требуют перевода гражданина из свободного состояния в положение служащего (порядок такого перевода определяется законами) и потому регулируются подзаконными нормами, которые по своему характеру объективно не являются правовыми. Таким образом, в демократическом государстве понятия правотворчества и законотворчества совпадают, а понятия правотворчества и нормотворчества обозначают две различные области: соответственно проектирование норм права и разработка подзаконных норм; при этом подзаконное нормотворчество основывается на указаниях закона, но не является делегированным правотворчеством...»[6].

Это важно в контексте задач строительства правового государства в России.

#### Список использованной литературы

1. Бахрах, Д.Н., Бурков, А.Л. Акты правосудия как источники административного права // Журнал российского права. 2004. N 2. С. 12-15.
2. Там же.
3. Савицкий, В.А., Терюкова, Е.Ю. Решения Конституционного Суда РФ как источник конституционного права РФ // ВКС РФ. 1997. N 3. С. 76.
4. Нерсесянц, В.С. Указ. соч. С. 352.
5. Юристы России эжут закон о нормативных правовых актах. Проект Федерального закона // Журнал Российского права. 1997. N 10. С. 156-167.
6. Теория государства и права / По ред. М.М. Рассолова, В.О. Лучина, Б.С. Эбзеева. М., 2000. С. 273-274.

УДК 327

Паничкин Ю. Н., д-р и. наук, профессор,  
Современный технический университет, г. Рязань

#### **ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПАКИСТАНОМ И АФГАНИСТАНОМ ПОСЛЕ ПРЕЗИДЕНТСКИХ ВЫБОРОВ 2014 Г. В АФГАНИСТАНЕ**

**Аннотация.** Проведенные в 2013 г. в Пакистане выборы, принесшие победу партии Наваз Шарифа и президентские выборы 2014 г. в Афганистане, принесшие победу Ашраф Гани как бы ознаменовали конец постталибского периода. Однако талибы, перешедшие к террористическим действиям, складывать оружие не собираются и их действия порой доходят до захвата значительных территорий страны. К тому же к их действиям добавляются действия террористов ИГИЛ, получивших сильнейший удар в Сирии и теперь избравших для своей деятельности и Афганистан. Фрагментация страны продолжается. Добившись в своё время вывода войск Советского Союза Запад так и не смог взять ситуацию под свой контроль и вывод войск США из Афганистана стал для американской администрации насущной проблемой. Однако последствия и правления талибов, и последующей афганской администрации дали и дают свои негативные плоды.

**Ключевые слова:** *Пакистан, Афганистан, отношения талибы, Пуштунистан, товарооборот, спад, беженцы*

Основной причиной сохранения противоречий между Пакистаном и Афганистаном оставалась т.н. «проблема Пуштунистана», тем более, что сторонников создания «Великого Пуштунистана» в Афганистане находилось (да и сейчас находится) достаточно много. Ещё 29 – 30 мая 2012 г. В Пешаваре состоялась Большая Джирга сторонников решения проблемы пуштунов, представлявших различные политические течения. Участники Джирги единодушно пришли к выводу в том, что решение проблемы пуштунов тесно связано с окончанием войны в Афганистане. Была подчеркнута негативная роль талибов. В связи с этим «Талибану» не было отведено никакого места в планах создания Пуштунистана. Основной идеей, прозвучавшей на Джирге, было воссоединение пуштунских земель по обе стороны «Линии Дюранда» и создание «Великого Пуштунистана». Вполне понятно, что Пакистан не заинтересован в расколе Афганистана, так как это будет иметь серьёзные последствия для него самого. Тем не менее, накануне предполагавшегося вывода войск НАТО в 2014 году идея «Великого Пуштунистана» возродилась.[1] Естественно, такие устремления сторонников «Великого Пуштунистана» идут в разрез с планируемым китайско–пакистанским экономическим коридором планируемого экономического пояса «Шёлкового пути». 12 ноября 2015 года на пятом заседании «Совместного комитета по сотрудничеству» сторонами в целом был одобрен единый транспортно – логистический маршрут, имеющий несколько артерий. Он получил название «китайско–пакистанский экономический коридор». Его цель – содействовать социально–экономическому развитию Пакистана. Проект оптико–волоконной связи также является важным компонентом китайско–пакистанского экономического коридора. В первую очередь кабель будет проложен от Гилгит, Балтистан, Хайбер – Пахтунхва и далее в Исламабад, Равалпинди. Таким образом, согласно проектируемому китайско–пакистанскому коридору планируется проложить оптико–волоконный кабель связи. Естественно, это никак не вяжется с «планами» новых сторонников т. н. «Великого Пуштунистана». [2] После избрания президентом Афганистана Ашраф Гани сформировал Правительство Национального Единства. Правительство пошло на сближение с Пакистаном по экономическим, торговым, военным вопросам. В частности, в 2015 году Пакистан являлся крупнейшим торгово–экономическим партнёром Афганистана.[3] Вооружённый конфликт между Афганистаном, США и силами НАТО с одной стороны и боевиками из различных группировок, с другой, началось уже в январе 2015 года, сразу после вывода основного контингента войск НАТО из Афганистана. После того, как в начале января 2015 г. террористы возобновили свою деятельность, взорвав автомобиль в центре Кабула, НАТО совместно с афганской национальной армией начала проводить активные мероприятия по нейтрализации боевиков внутри страны.[4] Было достигнуто

согласие между Пакистаном и Афганистаном относительно переговорного процесса с афганскими талибами. Однако провал переговоров руководства Афганистана с представителями движения «Талибан» при посредничестве Пакистана в июне – июле 2015 г. привёл к резкому охлаждению отношений между этими странами.

Завершившаяся в Исламабаде 10 декабря 2015 г. пятая по счёту Международная конференция «Сердце Азии – Стамбульский процесс» формально показала стремление региональных государств Южной и Центральной Азии (в первую очередь непосредственно Пакистана и Афганистана) к явному налаживанию добрососедских отношений, устранению существующих препятствий на этом пути, развитию экономических связей в регионе. В работе конференции принял участие президент Афганистана Ашраф Гани.

Отношения между Пакистаном и Афганистаном зависят от взаимодействия в области внешней торговли, т.к. свыше 80% афганского товарооборота осуществляется в рамках Соглашения об афгано-пакистанской транзитной торговле. Не имея выхода к морю, Афганистан почти полностью зависит от поставки товаров из Пакистана или через Пакистан.[5] Объём внешней торговли между Пакистаном и Афганистаном в 2015 году, по официальным данным пакистанской таможенной статистики, составил более 2 млрд. долларов, занимая третье место в общем объёме пакистанского экспорта, после Китая и США.

В 2016 г. последовал спад в торговле между Пакистаном и Афганистаном, товарооборот составил сумму 1,5 млрд. долларов США, что стало следствием напряжённых политических отношений между странами.[6]

Нормализации двусторонних отношений мешают периодически возникающие претензии по поводу миграции пакистанского и афганского населения через границу (в первую очередь в пакистанской провинции Хайбер Пахтунхва, граница с которой почти полностью «прозрачна»). «Власти Пакистана в январе 2016 г. взяли курс на укрепление пограничной линии, заявили о скорейшем возвращении афганских беженцев, оказанию опосредованной поддержки в переговорах с вооружённой оппозицией поддержки в переговорах с вооружённой оппозицией. Эффективное управление границами Пакистан рассматривал как часть стратегии борьбы с терроризмом. Усиление режима безопасности при пересечении границы гражданами Афганистана и Пакистана было важно для блокировки нелегального перехода «Линии Дюранда», проверки инфильтрантов на протяжении всей 2560 км «пористой» границы насчитывалось более 200 малозаметных маршрутов. Часто они используются для незаконной транспортировки оружия, наркотиков, а также киднепинга. Около 2400 человек из Афганистана ежедневно пересекали границу на пограничном переходе в агентстве Хайбер и большинство из них не имели документов, удостоверяющих личность. Афганистан и Пакистан возлагали

ответственность друг на друга за нарушение Соглашения по управлению границами, выдвигали взаимные требования предоставить гарантии безопасности границ и одновременно заявляли о взаимной заинтересованности в совершенствовании механизмов контроля».[7] Проблема афганских беженцев также оставалась фактором, омрачающим пакистано – афганские отношения. В 2017 г. На территории Пакистана присутствовало от 2 до 2,4 млн. (из которых 1,4 млн. зарегистрированных, 600 тыс. – 1,4 млн. без документов) беженцев из Афганистана. [8] На территории Афганистана также присутствует от трёхсот до пятисот тысяч пакистанцев.

В 2017 году товарооборот между Пакистаном и Афганистаном составил сумму около 500 млн. долларов США, т.е. снижение товарооборота составило ещё большую сумму чем в 2016 году. Отношения между соседними странами обострились. В мае 2017 г. в пригороде белуджистанского города Чаман произошли кровавые бои между подразделениями афганской и пакистанской армий, погибли десятки военнослужащих с обеих сторон.[9] В апреле 2017 г. командующий американскими силами в Афганистане генерал Джон Николсон заявил, что Россия якобы осуществляет поставки оружия и финансовую поддержку талибов. В мае 2018 года этот же генерал в интервью признался, что не располагает убедительными доказательствами поставок Россией оружия «Талибану». Россия отрицает предоставление материальной или финансовой помощи талибам, однако заявила, что поддерживает связи с официальными лицами «Талибана», чтобы подтолкнуть их к мирным переговорам.[4] Американская же сторона сообщила, что Спецпредставитель США по афганскому примирению посетит ряд стран в поисках мира в Афганистане. [10]

Однако террористические действия талибов против афганских войск продолжались. 1 января 2019 г. талибы убили пять военных. 10 января талибы напали на блокпосты, погиб 21 человек. 21 января – нападение талибов на Тренировочный военный комплекс в центральной провинции Вардак. По официальной информации погибло как минимум 12 человек, по сообщению Reuters – как минимум 126 человек, по утверждению представителя «Талибан» – погибло 190 афганских военных.[4]

Понимая бесперспективность нахождения своих войск в Афганистане, США вынуждены были вступить в переговоры с движением «Талибан» об их выводе с территории страны.

По сообщениям INTERFAX.RU США и движение Талибан были близки к заключению сделки, согласно которой американские войска будут выведены из Афганистана в обмен на обещание талибов не допускать на территорию страны террористические группировки, подобные «Аль-Каиде», сообщает New York Times. Саид Акбар Ага, бывший чиновник «Талибан», имеющий контакты среди боевиков, заявил, что американские переговорщики согласились вывести войска в обмен на обещание, что

Афганистан снова не станет базой для террористов. « как я знаю, обе стороны договорились по обоим вопросам, и они, возможно, объявят об этом сегодня» сказал Акбар Ага. Однако единственное заявление, сделанное талибами, было о назначении нового переговорщика, одного из основателей радикального движения «Талибан» Абдулы Гани Барадара, который провёл годы в заключении в Пакистане до недавнего освобождения. «Этот шаг направлен на укрепление наших переговоров с американской стороной» – прокомментировали талибы назначение Барадара. Отмечается, что возможность заключения соглашения появилась после четвёртого дня переговоров между делегацией во главе со спецпредставителем госсекретаря США по Афганистану Залмаем Халилзадом и должностными лицами движения «Талибан» в Дохе. Движение «Талибан» сообщило о встрече своих представителей с американскими официальными лицами в столице Катара Дохе. С момента назначения Халилзада на пост спецпредставителя по Афганистану он активизировал усилия для достижения мира в этой стране. 17 декабря 2018. Представители США и афганских талибов встретились в ОАЭ.[11] Войска США были выведены из Афганистана. Однако, борьба с терроризмом продолжается и на территории Пакистана. 22 января 2019 сын основателя афганского движения «Талибан» муллы Омара погиб в Пакистане.

Подводя итог, следует отметить, что, несмотря на демократические выборы в Пакистане и Афганистане на (насколько это возможно) отношения между обоими государствами не стали стабильными и проблема т.н. «Пуштунистана» является главным препятствием к установлению стабильно дружественным межгосударственных отношений. Противоречия между Пакистаном и Афганистаном и после выборов иногда доходят до прямых военных столкновений. Правящие круги обоих государств обвиняют друг друга в недостаточных мерах в борьбе против терроризма. Что же касается США и их союзников, то ясно, что их политика в Афганистане зашла в тупик и они вынуждены были как можно лучше для их престижа выпутаться из этой проблемы.

#### Список использованной литературы

- 1 Косимшо Искандаров. Фактор Пакистана в Афганском конфликте.//Центральная Азия и Кавказ. Том 16.Выпуск 3. 2013. С.107.
- 2 Замараева, Н. А. Китайско–пакистанский экономический коридор. Экономический пояс шёлкового пути. М. 2015. С. 289 – 307.
- 3 <https://www.usip.org/publication/2014/08/future-afghanistan-trade-relations>.
- 4 Википедия. Война в Афганистане с 2015 г.
- 5 Каменев, С. Н. Пакистано–афганские отношения: сегодня и завтра. Afghanistan.ru 20.12.1015.
- 6 [https://www.fairjbseserver.com/region/ctntral\\_south\\_asia/Pakistan-afghanistan-trade-agreements-south-asia-world-news-today-//52](https://www.fairjbseserver.com/region/ctntral_south_asia/Pakistan-afghanistan-trade-agreements-south-asia-world-news-today-//52)
- 7 См. подробно Н.А. Замараева. Пакистано – афганские отношения в условиях региональной трансформации (2016 – 2017гг.Статья в сборнике Труды Института

- востоковедения ИВ РАН. Выпуск 8. Пакистан. История и современные проблемы. М. 2018. С. 170 – 193)
- 8 The World Factbook.
- 9 <https://www.aljazeera.com/news/2017/05/firing-afghanistan-pakistan-border-sensus-team-kills-civilian-170505070934446.html>.
- 10 Яндекс новости 3 декабря 2018.
- 11 Москва. 25 января INTERFAX.RU

**Y.N. Panichkin (Ryazan)**

## **THE RELATION BETWEEN PAKISTAN AND AFGHANISTAN AFTER THE PRESIDENT ELECTIONS OF 2014 in AFGHANISTAN**

**Annotation:** The elections of 2013 in Pakistan which won Nawaz Sharif Party and President elections in Afghanistan which won Ashraf Ghani underlined the finish of post-talib period. But talibs began terrorist actions and do not want to stop them. Sometimes they capture big territories of the state. The terrorists who were defeated in Siria began to enter in Afghanistan. The Fragmentation of Afghanistan is continuing despite on The Armed Forces of the US and NATO allies. After the withdrawal of the Soviet Army from Afghanistan the US Armed Forces could not take under their control situation in this country. It began to be the great problem for them. But the consequences of the talib and post-talib ruling gave its negative results.

**Keywords:** *Pakistan, Afghanistan, relations. talibs, Pushtunistan, commodity circulation, recession, refugees.*

Переляев Д.А., курсант, Гужвенко Е. И., д-р пед. наук,  
Клочкова И. Ю., к. т. н., Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное  
ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени  
генерала армии В. Ф. Маргелова

## **ВЛИЯНИЕ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ**

Начальной точкой в развитии военного дела становятся инновационные технологии, которые производятся выдающимися учеными или исследовательскими организациями без оценивания потенциала их военного применения (используемый в огнестрельном оружии порох с успехом применялся и в медицинских целях). Эти нововведения создают преимущества в области технологии вооружений, их промышленного производства и разведывательных операциях. В статье рассматриваются основные аспекты влияния военных конфликтов на развитие технологий.



Многочисленные войны уже со старых времен стимулировали научные и технологические исследования. Постоянные угрозы внешних неприятелей заставляли изначально сотрудничать совместно. Изобретательская деятельность древних времен все время была связана с разработкой вооружения и различных средств обороны.

Известно, что более передовые государства стремятся улучшить собственное положение на международной арене. Страны вынуждены разрабатывать новые технологии, чтобы сделать их действия более эффективными в бою и обеспечить явное преимущество над противником. Множество новаторских идей в области технологий кардинально изменяли ход войны. На протяжении некоторого времени оружейная эволюция прошла достаточно большой путь от меча до гиперзвуковых ракет, искусственного интеллекта и управляемых роботов. Человечеству пришлось принять опасные вызовы в связи с цифровизацией войны. Новейшие военные инновации различных конструкций мира не стоят на месте и, чтобы держать верх во всевозможных ситуациях и не позволять внешним силам диктовать условия, необходимо совершенствовать собственное вооружение.

Конкуренция и инновации связаны друг с другом. Первоочередным фактором конкуренции является поиск новых решений на поставленные задачи, разработка инновационных продуктов и обеспечение себя преимуществом. Давление конкурентности от других стран принуждает искать методы и способы улучшения самого продукта. Именно для этого были придуманы боевые машины, ядерное оружие, чтобы снизить уязвимость территорий.

Военные конфликты являются аспектами взлета технологий. Хотя и войны напрямую сопряжены с многочисленными человеческими потерями, уничтожением всего того, что мы знаем и ценим, они же и дали нам мощный импульс к развитию инноваций в военной сфере. Целью является, прежде всего, достижения мира, прекращение всех военных конфликтов, но именно из-за них развитие науки дает положительные моменты и последствия для социума.

#### Список использованной литературы

1 О военных конфликтах нового времени. <https://rg.ru/2019/06/18/shojgu-rasskazal-o-voennyh-konfliktah-novogo-vremeni.html>

Янаки В. В., член Союза художников России,  
профессор Современного технического университета, г. Рязань

### **ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО ВЫДАЮЩЕГОСЯ РУССКОГО ЖИВОПИСЦА ВАСИЛИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА ПЕРОВА**

Василий Григорьевич Перов – выдающийся русский живописец 19 века, один из основателей Товарищества передвижников, талантливый

портретист и опытный педагог. Перова не напрасно называют «подлинным певцом скорби»: героями его полотен часто выступают бесправные, обездоленные крестьяне, тяжелая жизнь которых представляет собой сюжет его жанровых творений. Помимо социальных картин, художнику принадлежит целый ряд мастерски выполненных портретов как простых людей из народа, так и выдающихся исторических личностей.

Василий Григорьевич Перов появился на свет 23 декабря 1833 года. Местом его рождения был город Тобольск. Отец будущего художника – барон Георгий (Григорий) Карлович Криденер, состоял в должности прокурора, был образованным человеком, владел иностранными языками и имел глубокие познания в искусстве. Старинный и знатный род Криденеров подарил миру целую плеяду именитых дипломатов, деятельность которых не ограничивалась Российской империей, а распространялась далеко за ее пределы. Но, появившись на свет до брака родителей, художник получил фамилию крестного отца – Васильев. Правда, она ему по каким-то причинам не нравилась, и впоследствии художник утвердил за собой прозвище, данное ему в детстве за успехи в чистописании.

Мать Василия, Акулина Ивановна Иванова, была родом из мещан. После смерти первого мужа женщина встретила Криденера и стала его гражданской женой. Когда родился Василий, брак родителей все еще оставался незаконным, поэтому мальчику дали фамилию его крестного, дядка Васильева. Таким образом, согласно церковной записи, настоящая фамилия художника Перова – Васильев. Перов – это псевдоним, который мальчик получил за отличное владение пером на уроках чистописания, которому обучал его местный дьячок. Несмотря на то, что вскоре после рождения ребенка родители обвенчались, их сын Василий так и не получил ни отцовскую фамилию, ни знатный дворянский титул. Мальчик был причислен к сословию мещан под фамилией Перов.

Родители Перова постоянно меняли место жительства. Причинами этого были новые назначения отца, а также его язвительный характер. Несмотря на образованность и хорошие манеры, барон часто в сатирической манере высмеивал губернских служащих, невзирая на их чины и положение. После этого ему, как правило, приходилось оставлять свою должность и искать новое место службы. За время скитаний семье довелось пожить в Петербурге, Самаре, Арзамасе и других городах. Из-за отсутствия собственного жилья квартировать приходилось у родственников, что не совсем положительно отражалось на общей атмосфере семьи.

В начале сороковых годов отец Перова получил назначение на должность управляющего крупным имением Саблуково, которое располагалось в Арзамасском уезде Нижегородской губернии. В 1843 году десятилетнего Василия отдали в арзамасское уездное училище, где он проучился до 1846 года. Все это время мальчик самостоятельно занимался рисованием, поэтому вопрос о его дальнейшем обучении решил сам собой – сразу после окончания училища он поступил в школу живописи

Александра Ступина – лучшую провинциальную художественную школу того времени. За время учебы Василий проявил себя как способный ученик и раньше других начал использовать в своих работах масляные краски. К концу сороковых годов им было написано уже несколько картин, среди которых «Нищий, просящий милостыню» и «Деревенская тройка». В 1853 году Перов поступил в Московское училище живописи и ваяния и сразу же оказался в атмосфере творчества и вдохновения. Его однокурсниками были будущие знаменитости, среди которых Иван Шишкин, ставший его близким другом. Занятия проводили опытные педагоги: Николай Рамазанов, Аполлон Мокрицкий, Егор Васильев и другие.

В начале учебы Василий испытывал немалые трудности: ему не хватало денег на жизнь, также были проблемы с жильем. Он уже подумывал уйти из училища, но на выручку ему пришел преподаватель Егор Васильев, который не только поддержал начинающего художника, но и поселил его в своей квартире.

Первый успех пришел к Перову в 1856 году. За мастерски выполненный этюд головы мальчика он был награжден малой серебряной медалью на конкурсе, проводимом Академией художеств. Через год ему вручили уже большую серебряную медаль за работу «Приезд станового на следствие». Очередную малую медаль, но уже золотую, Перов получил за картину «Первый чин». Многочисленные критики, сошлись во мнении, что в полотнах Перова прослеживаются традиции живописца Павла Федотова, приверженца критического реализма в художественном искусстве.

В 1861 году Перов окончил обучение в Школе живописи. В этом же году он был награжден золотой медалью первого класса за свою работу «Проповедь в селе». "Проповедь в селе" – одна из первых картин Перова, за которую он получил в Училище большую золотую медаль и право на стипендию для поездки за границу. В картине «Проповедь в селе», созданной в год отмены крепостного права, когда не утихали споры о взаимоотношениях крестьян и помещиков, Перов изобразил сцену в сельской церкви. Священник одной рукой указывает вверх, а дугой – на задремавшего в кресле помещика, толстенького, неприятного; сидящая рядом молодая барыня тоже не слушает проповедь, она увлечена тем, что нашёптывает ей на ухо какой-то холёный господин. Левее стоят крестьяне в рваных одеждах. Они, почёсывая затылки, огорченно и недоверчиво слушают священника, видимо внушающего, что всякая власть от Бога. «Я хотел изобразить одну из проповедей Иоанна Златоуста, причём старался показать степень её действия на разные характеры, на юность и старость, на бедность и богатство», – так объяснял художник замысел полотна. В этом же году появилось еще одно полотно Перова с подобным сюжетом – «Сельский крестный ход на Пасхе». На фоне хмурого деревенского пейзажа разворачивается нестройное пьяное шествие с образами и хоругвями после праздничной пасхальной службы. С жестким реализмом Перов передает не столько физическое, сколько духовное убожество этих людей. Картина произвела на современников

убийственное впечатление контрастом между смыслом обряда и тем почти животным состоянием, до которого может опуститься человек» «Сельский крестный ход на пасхе» вызвал протест официальной критики и церкви, картина была снята с выставки Общества поощрения художеств, запрещена к показу и воспроизведению. Купившему её Павлу Михайловичу Третьякову художник В. Г. Худяков писал: «...слухи носятся, что будто бы Вам от св. Синода скоро сделают запрос, на каком основании Вы покупаете такие безнравственные картины и выставляете публике?». Вопреки всем запретам, Перов в 1862 году написал еще одну картину, которую назвал «Чаепитие в Мытищах». На ней изображен сытый, неповоротливый священник, сидящий за накрытым к чаю столом, и просящие подавание нищие, которых отталкивает служанка. Появление этих картин настолько распалило общество, что власти начали подумывать о наказании для вольного художника. Каждое из полотен являлось вызовом тому лицемерию и ханжеству, которые царили в России во второй половине 19 века. Перова спасло лишь наличие золотой медали от Академии художеств и отъезд в Европу.

За время своего пребывания в Европе Перов посетил множество музеев в таких городах, как Дрезден, Париж, Берлин. Особый интерес вызывали у художника самые бедные городские кварталы. Там он делал зарисовки для своих будущих картин: «Парижская шарманщица», «Слепой музыкант», «Праздник в окрестностях Парижа», «Савояр». За границей Перов очень скучал по России. Еще задолго до окончания срока своей поездки он написал прошение в Академию художеств о досрочном возвращении на родину. Россия нужна была художнику как источник энергии, вдохновения и реализации его идей. По возвращении в Россию в 1864 году начался новый плодотворный этап в творчестве Василия Перова. Имя художника было на устах критиков и передовой части общества. Каждое новое полотно с восторгом принималось прогрессивными людьми и вызывало гнев и раздражение у консерваторов. Обличением вопиющей несправедливости проникнуты картины «Деревенские похороны», «Тройка», «Последний кабак у заставы», «Утопленница» и другие. Перов также создавал картины, на которых изображал будни простого народа, их радости и быт. Среди них «Спящие дети», «Охотники на привале», «Рыболов», «Голубятник» и другие.

В 1869 году было организовано Товарищество передвижных художественных выставок. В состав его основателей входил и В. Г. Перов. В 1871 году открылась первая выставка передвижников, на которой были представлены картины Перова «Рыболов» и «Охотники на привале». Помимо работы в Товариществе Перов преподавал в Московской школе живописи, ваяния и зодчества. Отметился художник и на литературном поприще, написав рассказы «Тетушка Марья» и «На натуре», посвященные своему творчеству. В семидесятых годах направление творчества В. Перова несколько изменилось.

Следующее десятилетие, сменившее проникнутые пафосом отрицания шестидесятые, ознаменовалось поисками положительного идеала. Такие идеалы были найдены в среде русской интеллигенции. В это время П. М. Третьяков начинает заказывать портреты лидеров русской культуры. Многие из портретов – Достоевского, Погодина, Майкова, Даля, Тургенева – были написаны Перовым. Признанный публикой и критикой мэтром жанровой живописи, он неожиданно становится портретистом. Хотя даже в портрете Перов сохраняет мышление жанриста: по немногим деталям, позе, жесту, костюму мы всегда можем представить, как изображенный им человек разговаривает, ходит, какие у него привычки, кто его окружает. Большинство его моделей – писатели. Литература занимала центральное место в культуре того времени. Писатель воспринимался как живое воплощение общественной совести, он был «властителем дум», к нему обращались за разрешением самых жгучих нравственных, социальных вопросов. Именно таким предстает у Перова Федор Достоевский. Из мрака фона выступает бледное, нервное, «мятое» лицо, лежащие на коленях руки сцеплены замком. Не менее замечателен и портрет Владимира Ивановича Даля – писателя, этнографа, автора знаменитого «Толкового словаря живого великорусского языка», созданного им в последний год жизни. Сидящий в кресле сухой старик, покойно сложив руки, будто созерцает в глубину прожитых лет. В облике Даля просвечивают образы святых старцев Древней Руси: искусство второй половины XIX века искало носителей идеалов духовности и мудрости не столько среди служителей церкви, сколько среди интеллигенции. В иконостас «лучших людей русских» включаются и портреты крестьян. Искусство творило мечту об идеальном общественном устройстве, где не будет ни бедных, ни богатых, а люди-братья будут работать на благо всех. Лучший из крестьянских портретов-типов Перова – «Странник». В его облике ощущается чувство собственного достоинства, своеобразный аристократизм, умудренная старость.

Наряду с портретами в 70-е годы Перов пишет картины, изображающие провинциальную жизнь: «Охотники на привале», «Птицелов», «Рыболов», «Ботаник», «Голубятник» и др. Их герои – чудаки, идеалисты, романтики на свой лад, находящие отраду в общении с природой.

Среди множества бессмертных полотен В. Г. Перова есть картины, вызывающие особое настроение. Одной из них является знаменитая «Тройка», написанная в 1866 году. На ней изображены подмастерья, совсем еще дети, которые с трудом тянут сани с бочкой воды по обледенелой дороге. Центральный образ художник списал с девятилетнего мальчика Васи, сына странницы Марьи. Мать не сразу дала свое согласие на то, чтобы сын позировал Перову, боялась, что это накличет на него беду, но потом все же уступила. Вскоре случилось так, что мальчик, действительно, заболел и умер. Однажды Марья пришла к Перову и попросила разрешения взглянуть на картину. Полотно к тому времени уже находилось в Третьяковской галерее, и художник привел женщину туда. Позже он так описывал состояние убитой

горем матери: «Приблизившись к картине, она остановилась, посмотрела на нее и, всплеснув руками, как-то неестественно вскрикнула: «Батюшка ты мой! Родной ты мой, вот и зубик-то твой выбитый!» – и с этими словами, как трава, подрезанная взмахом косца, повалилась на пол». Художник дал ей возможность побыть наедине с изображением сына, и она целый час молилась, стоя на коленях перед картиной.

Картина «Охотники на привале» была написана в 1871 году. Это полотно лишено острой социальной проблематики, на нем изображена сцена из обычной жизни. Трое мужчин расположились, чтобы перекусить и пообщаться после удачной охоты. Персонаж слева страстно рассказывает какую-то историю. Сидящий напротив молодой человек с интересом слушает рассказчика, принимая на веру его слова. Полулежащий в центре охотник, скептически улыбается, подозревая, что в рассказе его товарища много вымысла и фантазии.

В 1866 году была написана картина «Приезд гувернантки в купеческий дом». На ней изображена молодая, хрупкая девушка, нерешительно остановившаяся перед хозяевами богатого дома. Глава семейства высокомерно рассматривает юную особу, а во взгляде его сына ощущается некоторая фривольность, возможно, он уже имеет какие-то планы по отношению к этой девушке. За спиной хозяина толпятся его жена и дети, которые, раскрыв рты, рассматривают прибывшую. Девушка робко достает из сумочки рекомендательное письмо, и во всей ее фигуре ощущается неуверенность и обреченность.

Вторая половина десятилетия окрасилась для Перова одиночеством, болезнью и лихорадочным творчеством. В 1875 году живописец последний раз участвует в экспозиции передвижников, а в 1877-м он, в течение многих лет казначей Товарищества передвижных художественных выставок, отчитавшись до копейки, выйдет из его состава. Перов много работает в мастерской, никому не показывая свои новые картины, не понятый товарищами, списанный с «корабля современности» Крамским и другими критиками. В эти годы рождается Перов – исторический живописец. Он обращается к евангельским сюжетам, к фольклору. Перов задумывает триптих о Емельяне Пугачеве: «Восстание», «Помещики и крестьяне», «Суд Пугачева» – замысел беспрецедентный для русского искусства XIX века, из которого удалось осуществить только последнюю часть.

Пишет многофигурную монументальную картину на сюжет из истории раскольничьего мятежа 1682 года – «Никита Пустосвят. Спор о вере» (1880-1881 гг.). Перова привлекают переломные моменты русской истории, выявляющие суть национального характера. Глубоко личное переживание Евангелия находит выражение в двух пронзительно эмоциональных работах: «Христос в Гефсиманском саду» и «Снятие с креста».

«Плач Ярославны», «Тающая снегурочка», «Иван-царевич на сером волке» – примеры обращения Перова к народному эпосу, не всегда

убедительные по форме, но чрезвычайно интересные как первооткрытие этой темы в русском искусстве.

Существенные изменения претерпевает и живописный язык художника. Если раньше Перов долго и тщательно работал над своими произведениями, то теперь он словно торопится высказаться, мазок становится нервным и подвижным. Перов мечется от сюжета к сюжету, многие работы начинает, но не заканчивает. Воображение художника рождает все новые грандиозные замыслы, но нет уже сил для их воплощения, и сам он понимает это.

Великий художник В. Г. Перов ушел из жизни 29 мая 1882 года от туберкулеза и присоединившегося к нему тифа. Ему было всего сорок восемь лет. Похоронили живописца в Даниловом монастыре, но позже прах его был перезахоронен на кладбище Донского монастыря. Путь Перова в искусстве – это путь постоянного поиска, он не боялся меняться, без сожаления оставлял области, где удалось снискать славу. Во время преподавания в Московском училище живописи, ваяния и зодчества у Перова было много учеников, которые впоследствии стали известными русскими художниками: М. В. Нестеров, А. П. Рябушкин, А. С. Архипов. С любовью и уважением вспоминали Перова его ученики. Заканчивая воспоминания о своем учителе, художник М. В. Нестеров писал: «Перова больше нет среди нас. Осталось его искусство, а в нем его большое сердце».

Перед отъездом в Европу Перов сделал предложение Елене Шейнс и получил от нее согласие стать его женой. К сожалению, счастливый брак продлился всего пять лет. Сначала ушла из жизни жена Елена, а вскоре и двое старших детей. Младший сын Василия Григорьевича, Владимир пошел по стопам отца и также стал художником. Спустя пять лет после этой трагедии Перов женился во второй раз, на Елизавете Другановой, но так и не смог избавиться от боли, связанной с утратой первой жены и детей. Чтобы как-то отвлечься от горьких мыслей, он с головой уходил в работу. Во многих женских образах на его полотнах можно разглядеть черты его любимой жены Елены.

Василий Григорьевич Перов был наследником очень древнего рода, берущего начало в 14 веке.

В. Г. Перов имел два почетных звания Императорской академии художеств. В 1866 году он получил звание академика, а в 1870 – профессора.

Перов был одним из организаторов Художественных передвижных выставок Наследие и память.

Большинство произведений Перова принадлежит музеям России. Большая часть из них представлена в Третьяковской галерее и Государственном Русском музее. Некоторые картины выставлены в музеях Саратова, Самары, Рязани, Чебоксар. В СССР и России были выпущены почтовые марки и почтовый конверт, посвященные Перову

## Список использованной литературы

- 1 Орлова, Е. В. Г. Перов/Е. Орлова. – М. РИПОЛ классик, 2015.
- 2 Зименко, В. Василий Григорьевич Перов – Москва; Ленинград: Искусство, 1948.
- 3 Лянин, В. А. Перов В. Г. Л., 1987.
- 4 Рогинская, Ф. С. Передвижники. М., 1993.
- 5 Сарабьянов, Д. В. В. Г. Перов и бытовой жанр 1860-х годов. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1965.
- 6 Перов В. Г. Рассказы художника. – М.: Академия художеств СССР, 1960.

## СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ ОБРАЗОВАНИЯ

Богатова М. А., к. п. н., старший преподаватель  
кафедры математических и естественнонаучных дисциплин,  
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова  
дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии  
В. Ф. Маргелова

## ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КАК СРЕДСТВО ДЕМОНСТРАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

Начиная с 50-х годов, по оптимизации опубликованы сотни книг и десятки тысяч статей. Этот поток не иссякает и до сих пор, захватывая все новые области науки и техники.

Существует множество разновидностей задач оптимизации распределения сил обороны и нападения:

- введение переменных (зависящих от времени) коэффициентов боевой эффективности;
- учет особенностей боевых действий различных типов – засад, перестрелок, осад и т.д.;
- рассмотрение дискретных моделей залпового огня;
- многоуровневые модели, в которых на нижнем уровне методом Монте-Карло имитируется взаимодействие отдельных боевых единиц, на среднем уровне взаимодействие описывается Марковскими моделями, а на верхнем (агрегированном, детерминированном) уровне используются дифференциальные уравнения. Такой подход удобен для идентификации реальных задач и более адекватного учета специфики конкретной моделируемой ситуации;
- рассмотрение дифференциальных задач, в которых рассматриваются темпы ввода резервов  $u(t)$  и  $v(t)$ , а критериями эффективности – разность между численностями войск в заданный момент времени;
- анализ моделей длительных (многостадийных) конфликтов с учетом ввода резервов;



- модели агрегированного описания театра военных действий, состоящего из нескольких областей, сражения в каждой из которых описываются квадратичным законом Ланчестера;
- модели военных конфликтов с использованием нескольких видов вооружений.

Можно выделить два типа задач оптимизации — безусловные и условные. Безусловная задача оптимизации состоит в отыскании максимума или минимума действительной функции при действительных переменных и определении соответствующих значений аргументов на некотором множестве  $\sigma$   $n$ -мерного пространства. Обычно рассматриваются задачи минимизации; к ним легко сводятся и задачи на поиск максимума путем замены знака целевой функции на противоположный.

Условные задачи оптимизации, или задачи с ограничениями, это такие, при формулировке которых задаются некоторые условия (ограничения) на множестве. Эти ограничения задаются совокупностью некоторых функций, удовлетворяющих уравнениям или неравенствам.

Задачи оптимизации позволяют хорошо моделировать военные действия в условиях мирного времени. Рассмотрим несколько таких задач.

**Задача 1.** Подразделение, действующее в качестве передового отряда и находящееся в пункте  $A_1$  на расстоянии  $h_1 = 65$  км от дороги, получило задачу в кратчайший срок выдвинуться в пункт  $B$ , чтобы опередить противника и не дать ему захватить мост. Движение вне дороги возможно со скоростью  $V = 10$  км/ч, а по дороге — со скоростью  $V = 30$  км/ч. Расстояние от пункта  $B$  по дороге до точки  $C$ , ближайшей к пункту  $A$ , равно  $L = 80$  км. Выбрать оптимальный маршрут, время движения передового отряда по которому в пункт  $B$  было бы минимальным.

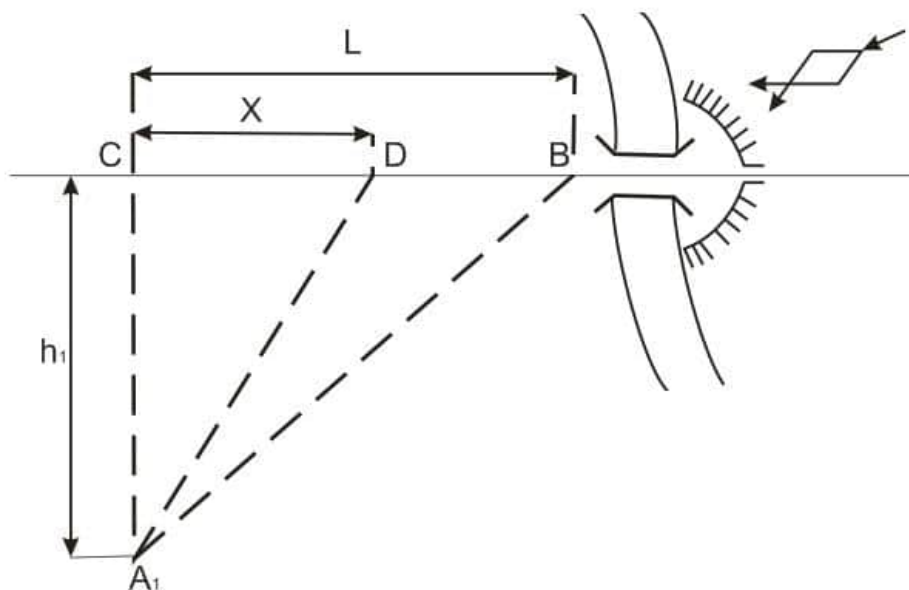


Рисунок 1 – Выбор оптимального маршрута движения

**Задача 2.** Танк движется по прямолинейному маршруту, перпендикулярно к фронту цели – окопам. Длина окопов составляет 50 м. Определить положение танка, при котором цель наблюдается из него под наибольшим углом зрения. Найти величину максимального угла зрения.

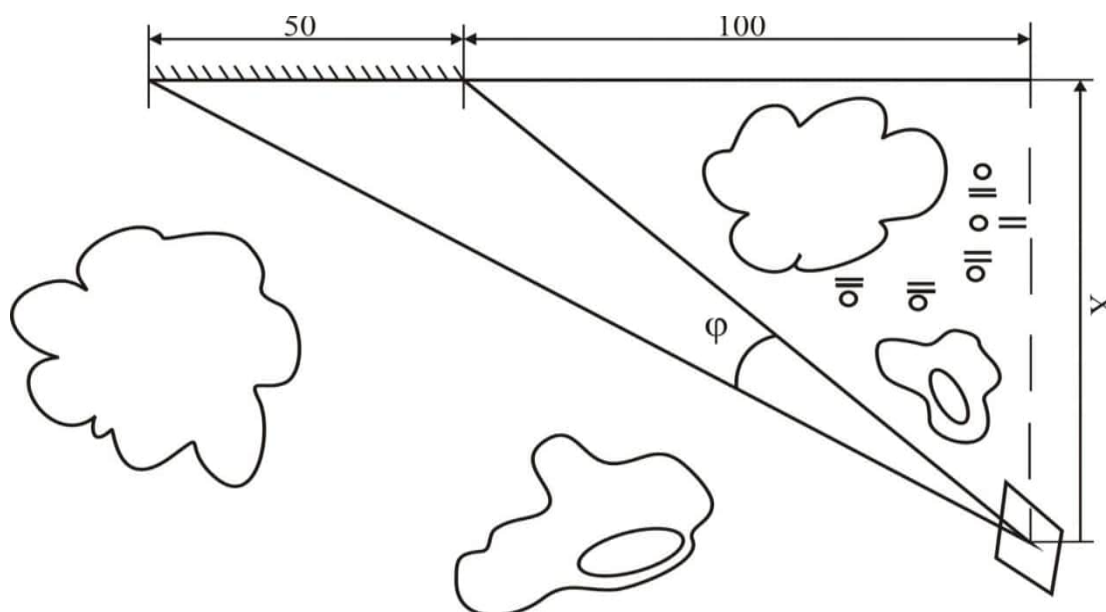


Рисунок 2 – Определение положения танка, при котором цель наблюдается из него под наибольшим углом зрения

Стремление человека усовершенствовать окружающий мир находит свое выражение в теории оптимизации. Эта наука изучает, как определить и добиться того, что называется Лучшим, если мы знаем, как измерить и изменить то, что является всего лишь Хорошим или даже Плохим. Обычно хотят, чтобы хорошее составляло наибольшую часть, или максимум, а плохое — наименьшую часть или минимум. Слово оптимум, обозначающее "лучший", является синонимом к слову "наибольший" или "максимальный" в первом случае, и со словом "наименьший" или "минимальный" — во втором. Оптимум стал техническим термином, совмещающим в себе количественное измерение и математический анализ, в то время как слово "лучший" является менее точным и более пригодным для обыденных дел. Технический глагол "оптимизировать" есть более сильное понятие по сравнению со словом "улучшать" и означает "достигать оптимума", а оптимизация означает процесс достижения оптимума. Таким образом, теория оптимизации включает в себя количественное изучение оптимумов и методов их нахождения.

#### Список использованной литературы

1 Тихонов, А. Н. Костомаров. Вводные лекции по прикладной математике М: Наука, 1984. -192 с.

- 2 Кудрявцев, Е. Н. Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах. М.: Радио и связь, 1984. — 184 с.
- 3 Кузнецов, Ю. Н., Кузубов, В. И., Волоценко, А. В. Математическое программирование. М. Высш. школа, 1980 -302с.
- 4 Ильин, В. А., Позняк, Э. Г. Основы математического анализа. М.: Физматлит. Ч.1 - 2005, 7-е изд.

Дегтяренко П. А., курсант, Гужвенко Е. И., д-р пед. наук,  
Клочкова И. Ю., к. т. н., Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное  
ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени  
генерала армии В. Ф. Маргелова

## **ВОСПИТАНИЕ ПАТРИОТИЗМА В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОПЫТЕ ИСТОРИИ**

Патриотизм, как уставная обязанность военнослужащих закреплена в п. 18 Устава внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации. Она гласит: «Военнослужащий обязан проявлять патриотизм, способствовать укреплению мира и дружбы между народами, предотвращению национальных и религиозных конфликтов»[3]. Однако патриотизм как одна из основных составляющих Русской идеи одновременно – часть отечественной гуманитарной науки и культуры, имеющих богатую историю и глубокие традиции. Он всегда рассматривался как олицетворение мужества, доблести и героизма, силы русского народа, как необходимое условие единства, величия и могущества Российского государства.

Патриотизм на протяжении всей многовековой истории нашего Отечества был движущей силой, позволяющей обществу развивать страну с опорой на традиции, культуру и героические подвиги народа. Менялся политический строй, курс развития государства, неизменным оставалось понимание важности военно-патриотического воспитания россиян.

Эффективное решение стоящих перед Россией и ее Вооруженными Силами задач подразумевает процесс внутреннего осознания каждым военнослужащим своей причастности к внутренним и внешним делам страны. На фоне усиливающегося негативного информационного воздействия со стороны стран Запада и навязывания чуждых нашему народу ценностей, с использованием различных современных технологий ведения «информационной войны», именно сознание российской молодежи и военнослужащих российской армии становится объектом ведения этой войны. Ответственность за будущее своей Родины и готовность в любую минуту встать на ее защиту предполагает формирование у военнослужащих высоких нравственных, морально-политических и психологических качеств, среди которых патриотизм должен занимать ключевую позицию. В одном из выступлений Президент Российской Федерации Владимир Путин сказал: «Мы должны строить своё будущее на прочном фундаменте. И такой фундамент – это патриотизм. ... Это уважение к своей истории и традициям,

духовным ценностям наших народов, нашей тысячелетней культуре и уникальному опыту сосуществования сотен народов и языков на территории России. Это ответственность за свою страну и её будущее» [2].

На современном этапе основная задача по организации в Вооруженных Силах военно-патриотической работы с личным составом возложена на военно-политические органы Вооруженных Сил Российской Федерации.

В настоящее время ученые выделяют множество классификаций патриотизма по различным основаниям, а также различные его типы, такие как: российский; государственный; национальный; общенародный; гражданский; региональный и др. Каждый из вышеуказанных типов патриотизма имеет отличительные особенности, но в целом все они имеют связь друг с другом. С учетом множества имеющихся определений патриотизма, его типов и подходов к его изучению, на современном этапе это осложняет процесс его формирования у военнослужащих Вооруженных Сил.

Военно-политическая работа в ВС РФ – это комплекс взаимосвязанных мероприятий военно-политической пропаганды и агитации, психологических, культурно-досуговых и иных мероприятий, направленных на обеспечение высокого уровня морально-политического и психологического состояния личного состава, правопорядка и дисциплины, формирование у личного состава морально-политических и психологических качеств, сплоченных воинских коллективов, обеспечивающих выполнение задач по предназначению в любых условиях.

Одной из главных задач военно-политической работы является формирование у личного состава патриотизма, военно-политического сознания и военной культуры, глубоко осознанного отношения к выполнению своего долга перед Родиной, приказов командиров и начальников.

История нашей страны является примером того, что чем больше внимания уделяется патриотическому воспитанию, укреплению Вооружённых Сил, тем крепче страна. Можно выделить основные исторические этапы, на каждом из которых стояли свои задачи и определенное содержание, свои методы и формы.

В период Древней Руси патриотическое воспитание осуществлялось с раннего возраста с целью воспитания будущих дружинников, которые являлись основной военной силой и советниками князя. Звание дружинника в Древней Руси было наследственным. Поэтому в дружинных семьях особое внимание уделялось воспитанию подрастающего поколения уже с раннего детства в духе воинства. Мальчиков настраивали на то, что они защитники своей семьи, общины, города, области, всей «Светлой Руси». Во времена феодальной раздробленности и монголо-татарского ига зародившаяся система подготовки к службе распалась. В XV-XVII вв. шел процесс формирования русской нации на основе территориальной целостности, экономической сплоченности русского народа, развития национального языка и общей культуры. Это определило особенность становления

регулярной армии Русского государства как армии национальной, являвшейся мощным орудием внутренней и внешней политики в руках утверждавшейся самодержавной власти. Идеологическими основами русской национальной армии были патриотизм, самодержавие и православная религия.

В период правления Петра I патриотическому воспитанию придается системность и целенаправленность на основе лозунга «Бог, Царь и Отечество», это позволило в короткий срок развернуть многочисленные вооруженные силы, состоящие из личного состава с высокими морально-боевыми качествами. Патриотизм становится российской государственной идеологией.

В России впервые создаются кадетские корпуса с 1732 года. Они выпускали в течение почти двухсот лет многие тысячи физически и нравственно здоровых, воспитанных и хорошо образованных военных и гражданских специалистов-патриотов на благо нашего Отечества. В 1918 году в связи с ликвидацией старой армии кадетские корпуса были закрыты и были возрождены уже в наше время, в 1991 г. Система, сложившаяся в период правления Екатерины 2 проявилась в Отечественной войне 1812 и Крымской войне, когда, несмотря на то, что флот и вооружение армии были технически отсталыми, солдаты показали высокие моральные качества и храбро сражались. В это время создается уникальная система воинского воспитания и обучения, имевшая большое влияние на становление военно-патриотического воспитания будущих защитников Отечества.

Её основателями считаются П. А. Румянцев и А. В. Суворов.

Румянцев П. А. выделял две стороны в воспитании: моральную и физическую, которая включала и военное обучение. Ему принадлежит идея выхода войск в летние лагеря для учебы, а также прикрепление к молодым солдатам старослужащих для обучения и воспитания. Работа Суворова А. В. в области воспитания и обучения войск продолжалась всю его жизнь и в итоге суворовская система была отражена в его книге «Наука побеждать» (1795 г.). Основные идеи А. В. Суворова об обучении и воспитании нашли воплощение в деятельности его ближайшего ученика и последователя – фельдмаршала М. И. Кутузова и с особой силой проявились в Отечественной войне 1812 г. Так же, как и Суворов он считал, что послушание и дисциплина основывается не на наказании, а на сознательном отношении к делу защиты Отечества. М. И. Кутузов был убежден, что именно моральный дух войск – это та сила, которая движет людьми, определяет исход битв и сражений

#### Список использованной литературы

1 Военно-патриотическое воспитание и подготовка молодежи к военной службе: история и современность: учебно-методические материалы / Р. В. Балашов, В. И. Лутовинов, И. В. Метлик, С. П. Поляков. –М.: ДОСААФ России, 2010.

2 Воспитание защитников Отечества в Древней Руси // Земля мастеров. – 2016. – Режимдоступа: <http://zema.su/blog/vospitanie-zashchitnikov-otechestva-v-drevnei-rusi>

Галушко, Ю. А., Колесников, А. А. О долге и чести воинской в Российской армии/ Ю. А. Галушко, А. А. Колесников. – М.: Воениздат, 1990.

3 Приказ министра обороны Российской Федерации от 16.10.2018. №585 «Об утверждении Положения о Главном военно-политическом управлении Вооруженных Сил Российской Федерации».

4 Путин: Мы должны строить свое будущее на патриотизме. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/16470> (датаобращения: 26.09.2023).

Евдокимов В. И., к. т. н., доцент,  
Гусева Г. Б., доцент, Клочкова И. Ю., к. т. н., Жуков И. И., курсант,  
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова  
дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии  
В. Ф. Маргелова

## **ВОЕННО-НАУЧНАЯ РАБОТА КУРСАНТОВ НА КАФЕДРЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН РВВДКУ**

Физика – одна из естественнонаучных дисциплин, изучение которой связано с усвоением большого количества понятий. Образность, смысл понятий привели к необходимости моделировать эти образы с помощью лабораторных установок.

Концепция необходимости экспериментальной работы по моделированию физических явлений стала основой деятельности военно-научного общества (ВНО) курсантов на кафедре математических и естественно-научных дисциплин РВВДКУ. За годы работы ВНО было создан ряд интересных установок.

Очень целесообразными были установки для наблюдения явления многолучевой интерференции, явления поляризации электромагнитных волн, наблюдения вихревых токов и другие.

Все эти конструкции отличались оригинальным решением и были признаны рационализаторскими предложениями. Главная ценность всех установок в том, что они используются в учебном процессе и служат улучшению качества знаний курсантов.

В создании экспериментальных установок принимают участие инженер кафедры Афонин И. Н. и курсанты подразделений связи Соколов А. А., Сартаков К. А., Кейта Абдулла Хусейн, Жуков Д. А., Иванченко И. Р., Синявин А. В. и другие. Участие курсантов в рационализаторской работе повышает интерес к изучению физики, формирует конструкторские и инженерные умения и навыки.

Ниже показаны некоторые из установок, созданных кружковцами – участниками ВНО.

## Установка для демонстрации основного закона динамики вращательного движения

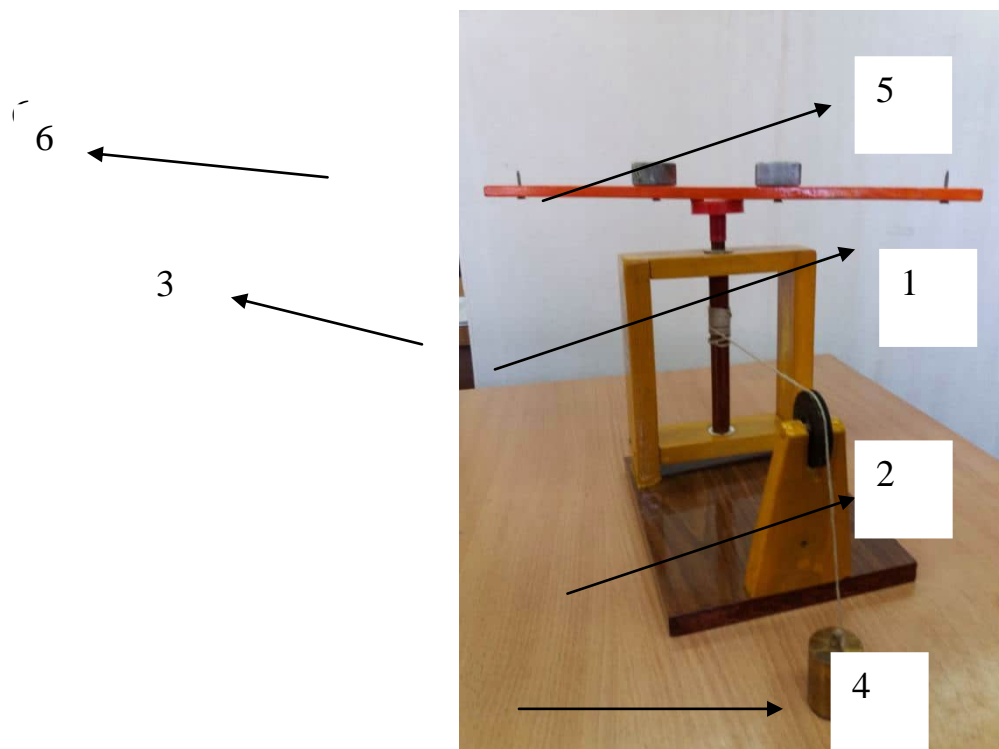


Рисунок 1 – Установка для демонстрации основного закона динамики вращательного движения.

Момент инерции системы изменяется за счёт изменения положения грузиков. Первое состояние – грузики ближе к центру планки

Установка для демонстрации основного закона динамики вращательного движения имеет следующее устройство. Прямоугольная рама 1 укреплена на горизонтальной подставке 2. Стержень 3 может совершать вращательное движение под действием момента силы тяжести, создаваемого падающим грузом 4. На вращающемся стержне укреплена планка 5, вращение которой также определяется моментом силы тяжести. В зависимости от положения грузов 6 момент инерции системы  $J_Z = 2mr^2$  будет разным. Исходя из основного закона динамики вращательного движения  $M_Z = J_Z \cdot \varepsilon$ , угловое ускорение будет определяться как  $\varepsilon = \frac{M_Z}{J_Z}$ .

Если грузики будут в положении, изображенном на рис. 2, ( $J_{2Z} > J_{1Z}$ ), угловое ускорение будет заметно меньшим, что и показывает эксперимент. Эксперимент нагляден и убедителен. Подобная установка в училище не создавалась. Данная работа признана рационализаторской.

## Экспериментальная установка для демонстрации индуктивного сопротивления

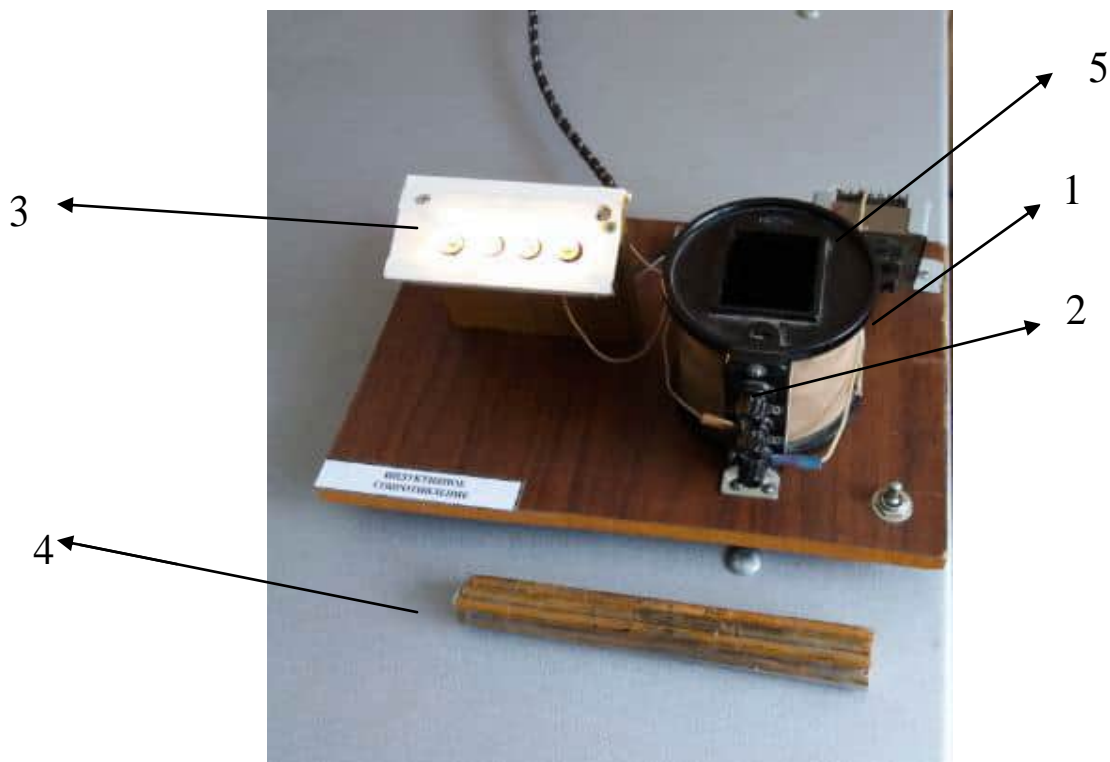
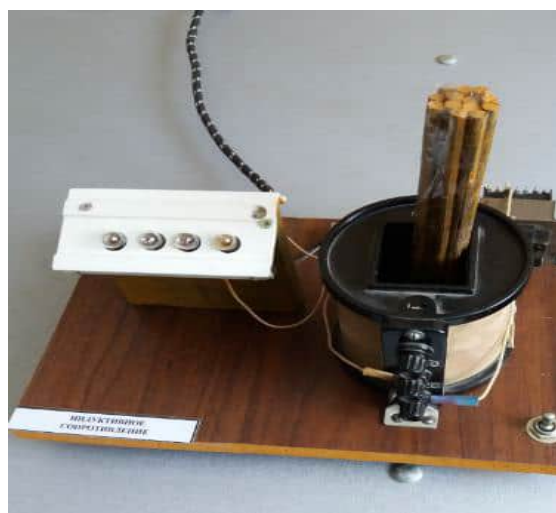


Рисунок 2 – Внешний вид установки для наблюдения индуктивного сопротивления. Сердечник из ферромагнитного материала не введен. Накал ламп максимален



1 – Горизонтальное плато для крепления приборов.

2 – Катушка индуктивности.

3 – Ламповый реостат.

4 – Набор ферромагнитных стержней.

5 – Понижающий

Рисунок 3 – Внешний вид установки с введенным сердечником. Индуктивное сопротивление катушки велико. Накал ламп минимален.



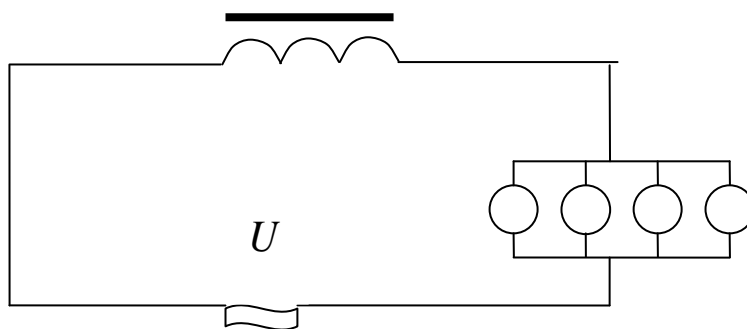


Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки

Для демонстрации индуктивного сопротивления  $X_L = \omega L$  служит катушка 2 (в нашем случае катушка демонстрационного трансформатора, индуктивность которой  $L = 48 \text{ мГн}$ ). Омическое сопротивление катушки  $5,88 \text{ Ом}$ .

Внутри катушки может вдвигаться железный сердечник 4 в виде пучка изолированных лаком проволок.

Последовательно с катушкой в цепь переменного тока включают ламповый реостат 3, рассчитанный на силу тока  $(1 \div 2) \text{ А}$ . В цепь подается напряжение с низковольтной обмотки понижающего трансформатора 5 ( $U = 6,8 \text{ В}$ ).

Пока сердечника в катушке нет, лампы горят нормальным накалом. Если вдвигать сердечник в катушку, то её индуктивность и индуктивное сопротивление будут увеличиваться. Накал ламп слабеет. Можно добиться полного отсутствия накала лампочек. Опыт можно повторить, вдвигая не весь сердечник: можно вкладывать в катушку отдельные проволоки. При добавлении каждой проволоки сила тока и накал ламп меняются скачками.

Тот же опыт проделывают при постоянном токе при медленном вдвигании сердечника; накал ламп при этом не изменяется.

Эксперимент нагляден, легко воспроизводим. Он может быть использован при изучении темы «Гармонические, затухающие и вынужденные колебания» на практическом занятии «Вынужденные электрические колебания» и на лабораторной работе «Исследование вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре». Проведение данного эксперимента значительно повышает качество знаний курсантов, формирует творческий подход к изучению физических явлений.

### Демонстрационная установка «Опыт Эрстеда»

В пространстве, окружающем токи и постоянные магниты, возникает силовое поле, называемое магнитным. Наличие магнитного поля обнаруживается по силовому действию на внесенные в него проводники с током или постоянные магниты. Название «магнитное поле» связано с ориентацией магнитной стрелки под действием поля, создаваемого током.

Это явление впервые обнаружено датским физиком Х. Эрстедом. Экспериментальная установка, воспроизводящая опыт Эрстеда, изображена на рисунке 5.

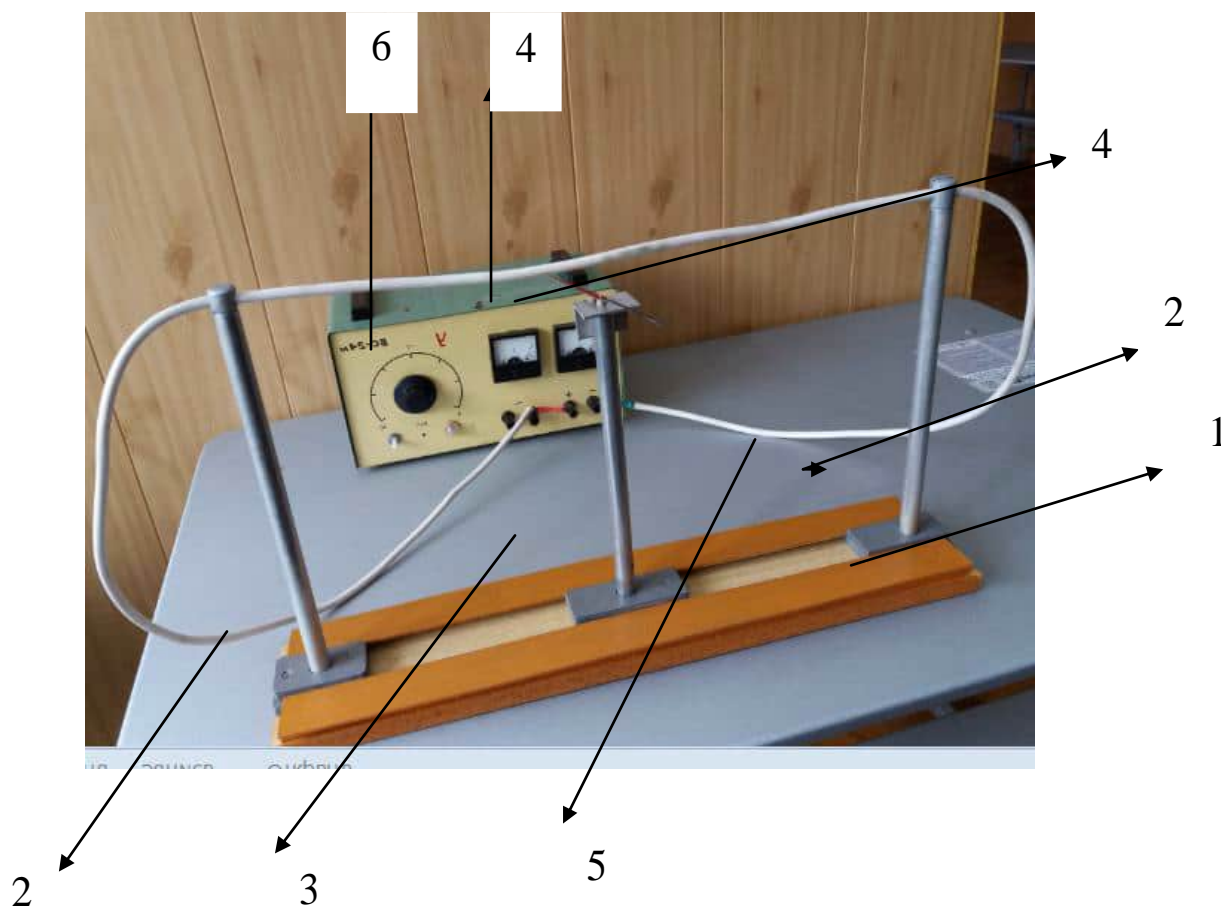


Рисунок 5 – Экспериментальная установка, воспроизводящая исторический опыт Эрстеда.

- 1 – Горизонтальные рельсы, на которых располагаются стойки 2, 3.
- 2 – Вертикальные стойки для расположения провода.
- 3 – Вертикальная стойка для расположения магнитной стрелки.
- 4 – Магнитная стрелка.
- 5 – Провод, по которому пропускается ток  $I = 10\text{ А}$ .
- 6 – Источник постоянного тока *ВУП – 24М*



Рисунок 6 – Экспериментальная установка в работающем состоянии

Как и известно, магнитная стрелка в магнитном поле Земли располагается в определенном направлении – вдоль горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.

а) Источник *ВУП – 24М* не включен.

Установку ориентируют так, чтобы положение провода оказалось параллельным магнитной стрелке.

б) Включают *ВУП – 24М*. Устанавливают ток  $I = 10\text{А}$ .

Возникает поле, которое будет действовать на магнитную стрелку, и магнитная стрелка 4 поворачивается (рисунок 6). Поскольку поле тока действует на магнитную стрелку, его стали называть магнитным.

Магнитная стрелка выполнена из магнитомягкого материала, имеет длину  $l = 10\text{см}$ , хорошо видна при проведении эксперимента.

Эксперимент нагляден, хорошо воспроизводим. Демонстрация «Опыта Эрстеда» является важным дополнением к изложению теоретического материала по теме «Магнитостатика».

### Установка для дифференцированного хранения проводов

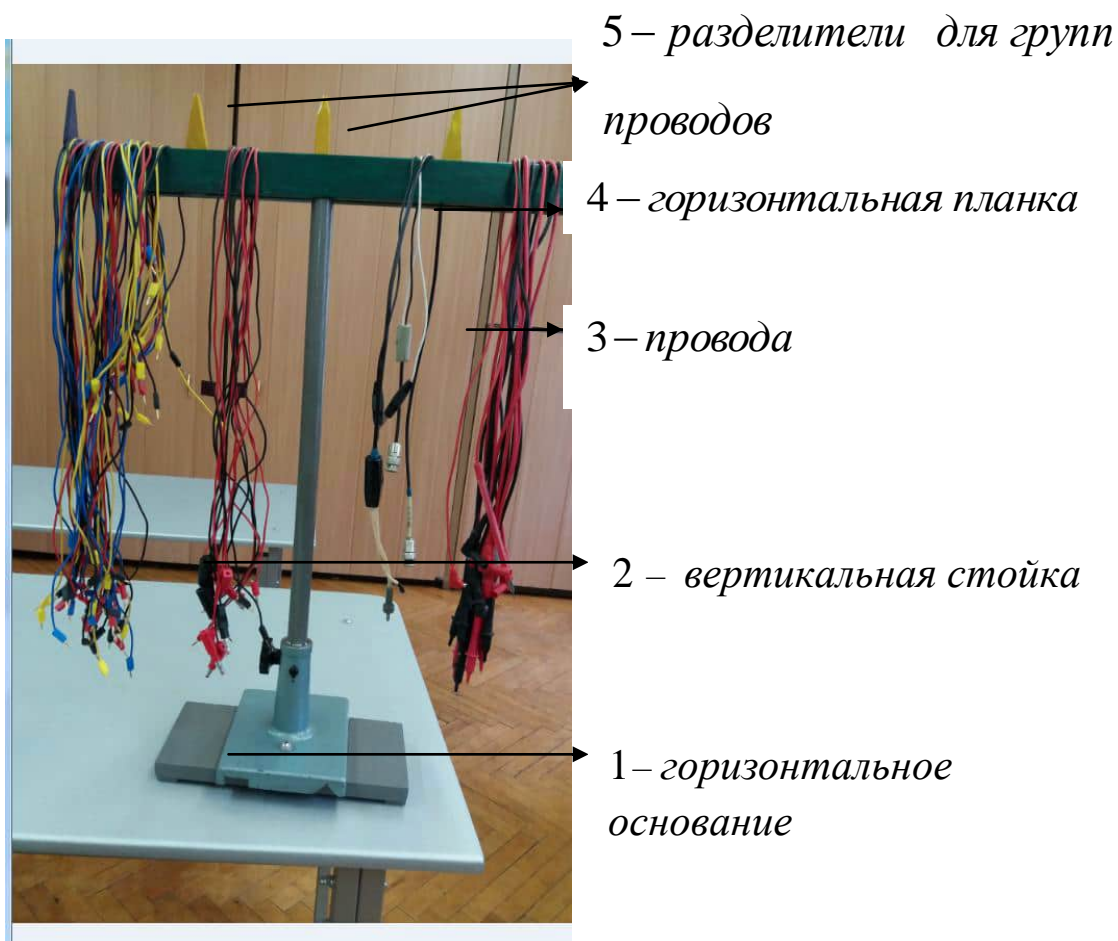


Рисунок 7 – Установка для дифференцированного хранения проводов

Провода, которые используются для осуществления соединений в лабораторных установках удобнее всего хранить дифференцированно. Это ускоряет создание схем, и не позволяет использовать проводники, не отвечающие принципу целесообразности. На рисунке 1 приведена установка, использующаяся для дифференцированного хранения проводов в лаборатории кафедры МиЕНД. Установка состоит из горизонтального основания 1, вертикальной стойки 2, горизонтальной планки 4, на которой располагаются разделители 5 для групп проводов 3.

Установка даёт возможность работать технически грамотно, культурно и эффективно.

## Установка для демонстрации механических колебаний

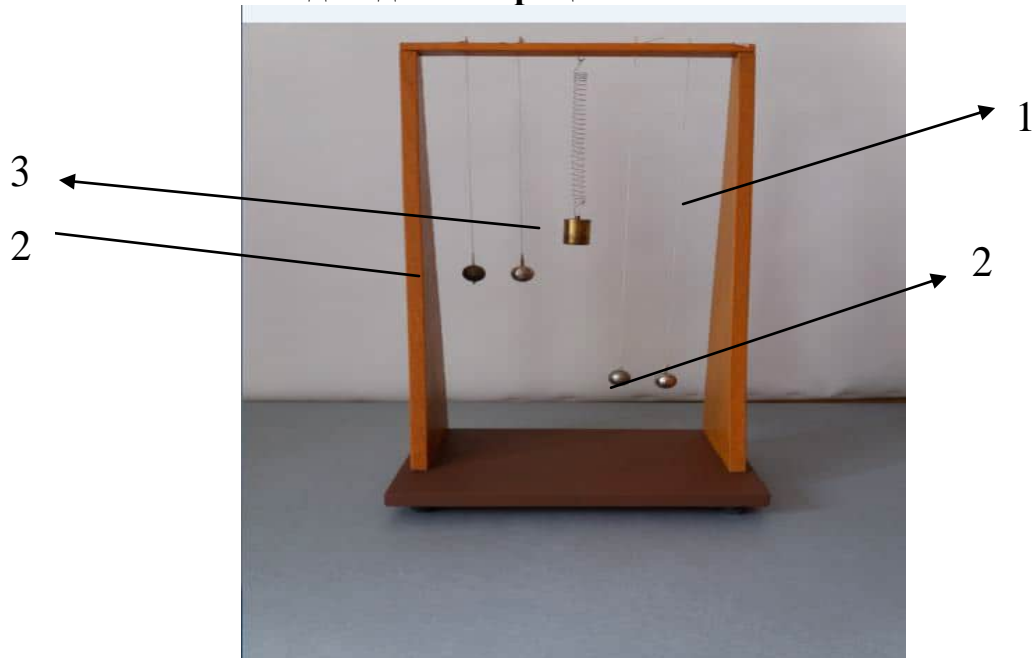


Рисунок 8 – Установка для демонстрации механических колебаний

- 1 – Механическая конструкция для крепления маятников
- 2 – Математические маятники
- 3 – Пружинный маятник

Установка для демонстрации механических колебаний предназначена для использования при изучении темы «Гармонические, затухающие и вынужденные колебания» на лекциях, практических и лабораторных занятиях.

На установке может быть показан процесс колебаний математического и пружинного маятников. В зависимости от параметров системы колебания существенно отличаются между собой.

Данная демонстрационная установка служит формированию ряда физических понятий: фазы, амплитуды, частоты. Установка позволяет устанавливать другие колебательные системы в зависимости от целей занятия.

### Список использованной литературы

- 1 Грабовский, М. А. Лекционные демонстрации по физике / М. А. Грабовский, А. Б. Млодзеевский, Р. В. Телеснин, М. П. Шаскольская., И. А. Яковлев, - М: Наука, 1965. – 522 с. Текст: непосредственный.
- 2 Калашников, Н. П. Основы физики: Учеб. для вузов: в 2т / Н. П. Калашников, М. А. Смондырев. – 2-е изд., перераб. М.: Дрофа, 2003. – 400 с. Текст: непосредственный.

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос организации самостоятельной работы студентов технического университета в рамках реализации Федеральных государственных образовательных стандартов

**Ключевые слова:** высшее образование, обучение, самостоятельная работа, химия

В России создается суверенная система образования, ключевыми элементами которой являются традиционные ценности, единое образовательное пространство, высокое качество образования и особый статус педагога.

Система образования Рязанской области - неотъемлемая часть национальной системы. Мы решаем поставленные государством задачи и стремимся к единой цели. Развитие региональной системы образования строится с учетом демографической ситуации, социально-экономического положения, стартовых условий, кадровых возможностей.

Какие же основные задачи по ее развитию необходимо решить в высшей школе в 2023-2024 учебном году?

Государственная политика в сфере образования реализуется в соответствии со следующими документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования»;

- Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.»;

Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. №809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».

Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2023 №343 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования». Указом предусмотрена реализация в шести вузах России в 2023/24 и 2025/26 учебных годах пилотного проекта, направленного на изменение уровней профессионального образования.

Одно из направлений совершенствования высшего образования — кардинальное обновление содержания образования с целью повышения его доступности, качества и эффективности.

Федеральные государственные образовательные стандарты рассматривают увеличение объема и качества самостоятельной работы студентов как наиболее эффективное направление повышения качества образования. В результате самостоятельной работы формируются умения и навыки целенаправленного приобретения знаний, развиваются познавательные способности и творческая активность, стремление к самообразованию и самосовершенствованию.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена рабочей программой всех дисциплин. На самостоятельную работу студентов по дисциплине Химия отводится значительная часть учебного времени от общей трудоемкости курса.

Самостоятельная работа студентов по освоению учебной дисциплины включает:

- изучение теоретических вопросов, вынесенных на самостоятельную работу;
- работу с рекомендуемой и самостоятельно подобранной литературой по соответствующей проблематике;
- решение профессиональных задач;
- выполнение творческих заданий;
- выполнение исследовательских заданий;
- подготовительную работу к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовку к тестированию;
- презентации;
- выполнение проектов.

Содержание самостоятельной работы отражено в материалах учебно-методического комплекса Химия, график её выполнения определяется преподавателем.

Текущая аттестация проводится путем накопительной оценки выполнения заданий в процессе самостоятельной работы студентов. Задания представляют собой систему познавательных и проблемных задач, отражающих основные требования федерального государственного образовательного стандарта и учебной дисциплины Химия. Все задания направлены на формирование и развитие общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавра в соответствии с будущей профессиональной деятельностью в области строительства.

Виды и формы контроля самостоятельной работы и способы промежуточной аттестации:

- оценка результатов самостоятельной подготовительной работы к лабораторным работам и практическим занятиям;

- промежуточное тестирование;
- проверка и оценка творческих работ;
- проверка и оценка рефератов;
- оценка результатов исследовательских работ.

Самостоятельная работа является формой методической помощи студентам при изучении курса Химии. К выполнению самостоятельных работ можно приступить после усвоения определенной части курса и решения примеров типовых задач на учебных занятиях по соответствующей теме.

В процессе самостоятельной работы по решению задач и ответам на теоретические вопросы студенты должны дать краткое, но четкое обоснование. При решении задач нужно привести весь ход решения и математические преобразования.

Так, например, по теме «Строение атома» студентам предлагается самостоятельно выполнить следующие задания по одному из трех вариантов:

#### Вариант 1

1. Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 18 и представьте графическую схему распределения электронов по квантовым ячейкам.

2. Какие элементы в периодической системе называют s-, p-, d- и f-элементами?

3. Какие из электронных формул, приведенных ниже и отражающих строение невозбужденного атома некоторого элемента, неверны: а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^2$ ; б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$ ; в)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ; г)  $1s^2 2s^2 2p^6$ ; д)  $1s^2 2p^5 3s^1$ ? Почему? Атомам каких элементов отвечают правильно составленные формулы?

#### Вариант 2

1. Приведите электронные формулы и графические схемы распределения электронов для атомов элементов с порядковыми номерами 10 и 32. К каким электронным семействам относятся эти элементы?

2. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3p; 5s или 4d? Почему? Приведите электронную формулу и графическую схему распределения электронов для атома элемента с порядковым номером 25.

3. Почему марганец проявляет металлические свойства, а хлор - неметаллические? Дайте ответ на основе строения их атомов.

#### Вариант 3

1. Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 17 и представьте графическую схему распределения электронов по квантовым ячейкам. К какому электронному типу относится элемент?

2. Какие значения могут принимать квантовые числа  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  и  $m_s$  характеризующие состояние электронов в атоме? Какие значения они принимают для внешних электронов атома магния?

3. В чем заключается принцип Паули? Может ли быть на каком-



нибудь подуровне атома  $p^7$ - или  $d^{12}$  - электронов? Почему?

Большое внимание мы уделяем самостоятельному выполнению студентами творческих заданий, исследовательских работ и подготовке рефератов. Примерные темы творческих заданий, научных исследований и рефератов студентов:

Коллоидные системы в природе.

Свойства, материалы и изделия, область применения следующих органических соединений, используемых в строительстве:

- древесина,
- битумные и дегтевые вяжущие материалы на их основе,
- лаки, краски,
- полимерные материалы и изделия (поверхностные покрытия) и др.

По результатам творческих исследовательских работ студенты готовят научные статьи, выступают на ежегодных студенческих конференциях, участвуют в конкурсе «Молодой исследователь года», разрабатывают проекты и т. п.

По нашему мнению, самостоятельная работа студентов и их последующие выступления на практических занятиях, конференциях, конкурсах и т.д. способствуют развитию мировоззрения студентов, таких необходимых будущему специалисту качеств личности, как способность к самоорганизации, самореализации и саморазвитию.

#### Список использованной литературы

- 1 Вострикова, Н. М. Химия: учебное пособие / Н.М.Вострикова, Г.А.Королева [Электронный ресурс]: Режим доступа URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497755> Красноярск: СФУ, 2016. - 136 с., 2016
- 2 Маршалкин, М. Ф. Химия: учебное пособие / М.Ф. Маршалкин, И.С. Григорян, Д.Н. Ковалев [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457440> Ставрополь: СКФУ, 2015. - 228 с., 2015
3. Липатов, А. Е. Методические указания по самостоятельной работе студентов и подготовке к семинарским занятиям [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://109.195.167.114/pub/mr/\\_samost\\_rab\\_stud.pdf](http://109.195.167.114/pub/mr/_samost_rab_stud.pdf) Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2018
- 4 Кувшинкова, А. Д. Химия; Учебное пособие [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://109.195.167.114/pub/mr/\\_himia.pdf](http://109.195.167.114/pub/mr/_himia.pdf) Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2020. –204 с.
- 5 Кувшинкова, А. Д. Химия. Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://109.195.167.114/pub/mr/\\_himia\\_LR.pdf](http://109.195.167.114/pub/mr/_himia_LR.pdf)
- 6 [www.http://biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"

Марочкина Е. А., к. б. н., доцент,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени  
С. А. Есенина»

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «iNATURALIST» ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО ЗООЛОГИИ СО СТУДЕНТАМИ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

Полевая практика по зоологии беспозвоночных — очень важный и сложный этап подготовки будущего учителя. В процессе полевой практики студенты должны овладеть методами сбора различных беспозвоночных животных, приобрести навыки определения собранных животных и приобрести определенный объем знаний об их морфологических и биологических особенностях. Определение насекомых, которые составляют основную массу отлавливаемых беспозвоночных, требует длительной кропотливой работы под руководством опытного наставника. Даже под биноклярным микроскопом новички часто не могут увидеть указанный в определителе признак, без которого дальнейшее определение невозможно. Студенты очной формы обучения нашего университета традиционно проходят полевую практику на учебно-производственной базе «Полянка», расположенной на территории национального парка «Мещерский». На выработку умений определять насекомых до отряда и семейства (лишь некоторых — до рода или вида) отводится основная часть учебного времени, а также самостоятельной работы студентов на практике.

В настоящее время одним из перспективных направлений развития современных образовательных систем является применение цифровых технологий в образовательном процессе для повышения его качества [1, 6]. Мы рекомендуем на полевой практике по зоологии использовать программу «iNaturalist», которая была разработана в 2008 году в Калифорнийском университете. С 2014 года этой программой стала заниматься Калифорнийская академия наук, а с 2017 года — и Национальное географическое общество (США). На платформе iNaturalist проводятся наблюдения и идентификация объектов живой природы: животных, растений, грибов. Первое направление исследований направлено на составление базы данных о живых объектах. Для этого наблюдатель должен вместе с фотографией животного или растения прислать сведения о месте и времени обнаружения объекта, а также краткие сведения о станции. Второе направление предполагает идентификацию найденного объекта. Сначала определение систематического положения производили специалисты по соответствующей группе, а затем с 2017 года присланные изображения стали распознаваться автоматически нейросетью. Около 80% присланных объектов распознается до вида или рода [3]. Кроме изображений можно присылать

записи голосов птиц (что особенно важно для проходящих полевую практику по зоологии позвоночных).

Мы считаем, что приложение iNaturalist следует широко внедрять в процесс проведения полевой практики студентами заочной формы обучения (а в несколько меньшем объеме, и со студентами очной формы обучения). Практически у всех студентов имеются смартфоны, позволяющие получать фотографии достаточно высокого качества, и устанавливать необходимые программы (программа может быть установлена и на компьютер).

Высокий процент правильного определения животных до вида, по приложению iNaturalist, позволяет признать его более эффективным, чем определение насекомых не специалистом с помощью определителей. Что же касается изучения голосов птиц, то и в процессе полноценных экскурсий студенты получают готовую информацию от преподавателя, который сообщает им название услышанной птицы. Несомненно, преимуществом изучения птиц по голосам с преподавателем является то, что последний акцентирует внимание студентов на характерных особенностях песни той или иной птицы, а приложение iNaturalist позволяет узнать только ее вид. Тем не менее, этого может оказаться достаточно для выполнения студентами программы практики при серьезном отношении с их стороны к этому процессу.

Мы разработали технологию использования приложения «iNaturalist» при проведении полевой практики по зоологии беспозвоночных и позвоночных животных со студентами заочной и очной форм обучения.

Студенты заочной формы обучения проходят полевую практику по зоологии и ботанике без отрыва от производства. Поэтому практику приходится проводить после окончания трудового дня студентов (что могут далеко не все студенты и не ежедневно) или в дистанционном формате. Элементы практики, на которых сообщаются теоретические сведения о животных или обсуждаются какие-либо проблемы, достаточно удобно реализовывать на платформе Zoom. Однако главные элементы практики – проведение экскурсий, на которых осуществляется сбор объектов, и определение в лабораторных условиях собранных насекомых, реализовать с помощью Zoom невозможно. Поэтому во время летней сессии, на которую приезжает большинство студентов, мы проводим инструктивное занятие, на котором студенты устанавливают на свои смартфоны приложение iNaturalist, знакомятся с правилами пользования им и проводят пробное определение насекомых, взятых из коллекции кафедры. У каждого насекомого видовое название и систематическое положение известно. В связи с огромным количеством видов насекомых и, часто, очень слабыми отличиями одного вида от других, программа нередко предлагает несколько вариантов названий для определяемого объекта. Преподаватель совместно со студентами проводит анализ этих вариантов, отвергает менее подходящие и останавливается на наиболее вероятном названии. Если предлагаемые видовые названия относятся к разным семействам или родам, преподавателю

надо обратить внимание студентов на признаки, характерные для соответствующего таксона. Умение правильно определять отряд и семейство встреченного насекомого является одним из важнейших результатов полевой практики. Видовую, а нередко и родовую, принадлежность каждого встреченного в природе насекомого идентифицировать необязательно. Многие встречающиеся в нашей области виды насекомых имеют весьма характерные морфологические отличия. Такие объекты определяются приложением «iNaturalist» безошибочно.

Во время последующих этапов полевой практики, которые проходят по месту жительства студентов, сфотографированные и определенные насекомые (или другие беспозвоночные) предъявляются преподавателю (используя электронную почту, Zoom и т.п.), который подтверждает или отвергает предложенный вариант названия.

Различных беспозвоночных студенты могут встретить не только на экскурсиях, но и в обыденной жизни. Современные смартфоны позволяют делать фотографии достаточно высокого качества. Эти фотографии, а также краткие описания обнаруженных видов студенты включают в презентацию, которую демонстрируют на заключительной конференции по практике, проводимой в дистанционном формате.

Со студентами очной формы обучения мы также применили технологию использования приложения «iNaturalist». Однако ее пришлось существенно изменить. На экскурсиях студенты всегда находятся недалеко от преподавателя. Поэтому консультацию могут получить сразу же после определения обнаруженного объекта. Фотографирование малоподвижных животных не вызывает затруднений. Их можно фотографировать в месте обнаружения в природной обстановке, или положить на сачок, ладонь и т.п. Подвижных животных и, особенно легко взлетающих насекомых, фотографировать сложно. На экскурсиях пойманных насекомых мы помещали в отдельные емкости по одному или по несколько экземпляров. В лаборатории каждое насекомое мы помещали в небольшую камеру, сделанную из стекла и фотографировали в тот момент, когда оно переставало двигаться и принимало типичную позу, после чего насекомых выпускали. При этом отпадает необходимость замаривать насекомых, накалывать и расправлять их. Таким образом, вред, наносимый природе, сводится к минимуму.

Время, освободившееся от работы с определителями, студенты использовали для поиска информации в литературных источниках или ресурсах Интернет, а также для проведения наблюдений за животными в естественной среде обитания или в лабораторных условиях.

Технология использования приложения «iNaturalist» не приводит к выработке у студентов умений и навыков работы с определителями, которые на протяжении многих десятилетий считались одним из важнейших результатов полевой практики, и которые давали возможность учителям-биологам проводить такую же работу с детьми. Однако в современных

условиях при организации в школе исследовательской работы, требующей определения видового названия животного, можно успешно использовать приложение «iNaturalist», выявляя представителей местной фауны. Данное приложение позволит учителям успешно проводить экскурсии со школьниками [2, 4, 5].

Проведение полевой практики по зоологии позвоночных очень сильно отличается от практики по беспозвоночным. Прежде всего, это обусловлено относительно небольшим количеством встречаемых видов. Все виды наших амфибий и рептилий легко отличаются друг от друга. Млекопитающие встречаются крайне редко. Мышевидные млекопитающие попадают в ловушки или канавки при проведении их учетов. Они, также как и более крупные млекопитающие, довольно хорошо отличаются друг от друга. Наиболее трудно изучать птиц. В лесных и кустарниковых стациях их редко удается увидеть. Многие виды морфологически сходны. Главным отличием большинства птиц является их голос. Одна из основных задач полевой практики – определение птиц по полевым признакам (морфологические особенности, пение и поведение), решается на экскурсиях. Преподаватель обращает внимание студентов на особенности птиц, позволяющие дифференцировать их до вида. Студенты очной формы обучения в результате многократных повторений на экскурсиях осваивают этот раздел полевой практики довольно успешно. Студенты заочной формы обучения большую часть полевой практики вынуждены осваивать самостоятельно. Научиться определять виды птиц без наставника крайне сложно. В этом им также может помочь приложение «iNaturalist». Технология проведения полевой практики в этом случае существенно изменяется. Без сложной оптики сделать фотографию птицы для использования приложения «iNaturalist» практически не реально. Если же птицу удастся рассмотреть, ее вид нетрудно определить, сравнивая с рисунками или фотографиями в определителях. Еще раз отметим, что птиц редко удается увидеть на близком расстоянии. Зато голос птицы слышен очень хорошо и его легко записать на смартфон, а затем применить «iNaturalist». Фотографию, фонограмму песни, результат (видовое название птицы) студенты отправляют преподавателю, который легко оценивает их достоверность. Изучая, таким образом, разнообразие позвоночных окрестностей своего места жительства, студенты успешно выполняют программу полевой практики.

Небольшой еще опыт использования приложения iNaturalist при проведении полевых практик все же позволяет нам сделать вывод о его достаточной высокой эффективности в условиях проведения учебного процесса, особенно — в дистанционном формате.

#### Список использованной литературы

1 Ваганова, О. И., Воронина, И. Р., Коростелев, А. А., Шагалова, О. Г. Электронные образовательные ресурсы как средство повышения качества образования // БГЖ. - 2020. - № 2 (31). - С. 203-207.

2 Марочкина, Е. А., Чельцов, С. Н., Заколдаева, А. А., Копченова, Е. А., Пискунова, С. А. Методика проведения орнитологических экскурсий со школьниками на территории Рязанского кремля// Экология и эволюция животных: сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ/ Под редакцией Чельцова Н. В.; Ряз. гос. пед. ун-т; Ряз. обл. ин-т развития образования. – Рязань, 2004. - С. 76-81.

3 Статистика сайта iNaturalist [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.inaturalist.org/stats>.

4 Чельцов, Н. В. Значение учебной практики в подготовке будущих учителей к организации исследовательской деятельности школьников / Н. В. Чельцов, Е. А. Марочкина, Н. С. Владыкина // Наука и образование XXI века : материалы XI международной научно-практической конференции, Рязань, 27 октября 2017 года / Современный технический университет. – Рязань: Автономная некоммерческая организация высшего образования "Современный технический университет", 2017. – С. 338-344.

5 Чельцов, Н. В., Ананьева, С. И., Чельцов, С. Н. Подготовка студентов биологов к проведению экскурсий со школьниками // Интеграция учебной, научной, воспитательной деятельности высшего учебного заведения – основа качественной подготовки специалиста: Мат. X межвуз. научно-методич. конф., 4 февраля 2003 года / Отв. ред. А. Н. Козлов – Рязань: РГПУ, 2003. - С. 192-193.

6 Шустров, А. С. Цифровая трансформация образования: ключевые проблемы и пути их решения / А. С. Шустров, И. В. Смертин, Е. С. Земнухов // Психолого-педагогический поиск. – 2023. – № 1(65). – С. 71-78.

Петухов Н. А., к. э. н., старший научный сотрудник,  
Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

## **КАДРЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК**

Проведение научных исследований и разработок позволяет создавать новые, инновационные технологии и технику, что является одним из условий успешного развития экономики. Для проведения таких исследований необходимы кадры, обладающие необходимыми знаниями и навыками, не только кандидаты и доктора наук, но и другой персонал, необходимый для проведения таких работ.

Важную роль в осуществлении инновационных исследований и разработок играют исследователи – в том числе кандидаты и доктора наук. Подготовка кандидатов и докторов наук происходит в организациях, занимающихся их подготовкой, с последующей защитой диссертации. В дальнейшем, выпускники таких организаций могут осуществлять свою деятельность в научных организациях, занимающихся различными исследованиями и разработками. Также часть кандидатов и докторов наук могут осуществлять преподавательскую деятельность в различных высших учебных заведениях.

Также возможно, что и непосредственно работники научных организаций в процессе своей работы могут пройти обучение и защитить диссертацию. В особенности это касается получения степени доктора наук, так как правило, такие лица уже имеют ученую степень кандидата наук,

могут работать в научных организациях и для них защита докторской диссертации является итогом определенной научной работы после получения ученой степени кандидата наук.

В последние годы (2017-2021 гг.) численность исследователей с ученой степенью кандидата наук ежегодно уменьшается за исключением 2019 года и составляет чуть менее 75 тыс. человек. Также ежегодно уменьшается и численность исследователей с ученой степенью доктора наук – в последние годы их численность составляет менее 25 тыс. человек (табл. 1).

Таблица 1 – Подготовка кандидатов наук и докторов наук и их численность среди персонала, занятого исследованиями и разработками, человек

	Численность исследователей с ученой степенью		Выпуск из аспирантуры и докторантуры с защитой диссертации	
	кандидата наук	доктора наук	кандидата наук	доктора наук
2000	83962	21949	7503	486
2010	78325	26789	9611	336
2016	80958	27430	3730	151
2017	77251	26076	2320	65
2018	75042	25288	2198	82
2019	75068	24844	1629	82
2020	74649	24473	1245	63
2021	73463	24074	1500	87

Ежегодное уменьшение численности исследователей как с учеными степенями кандидата или доктора наук, так и их суммарное значение составляет порядка 1-2%. В среднем, численность исследователей – кандидатов наук в три раза больше исследователей – докторов наук.

Уменьшение численности исследователей может происходить по различным причинам, к которым можно отнести прекращение трудовой деятельности персонала в связи с выходом на пенсию, переход в другие организации на другие должности, не связанные с научными исследованиями и разработками, закрытие организаций из-за прекращения финансирования или отсутствия необходимости в данных подразделениях и др.

С другой стороны, уменьшение числа организаций, осуществляющих научные исследования и разработки, может быть связано с повышением эффективности их деятельности и оптимизацией персонала. Но даже в продолжающих свою работу организациях возникает потребность в персонале вследствие естественных причин выбытия работников (текучесть кадров, выход на пенсию).

Подготовкой научных кадров занимаются организации, осуществляющие подготовку кадров в аспирантуре и докторантуре. Также

непосредственно работники научных организаций в процессе своей деятельности могут повышать квалификацию и также обучаться в аспирантуре и докторантуре. Обучение в таких заведениях может быть завершено как с защитой диссертации, так и без ее защиты.

Защита кандидатской или докторской диссертации является итогом научной работы диссертанта и по сравнению с защитой кандидатской диссертации, защита докторской диссертации является показателем и закреплением определенных научных исследований, проводимых докторантом.

Выпуск из аспирантуры с защитой кандидатской диссертации в последние годы ежегодно уменьшается (за исключением 2021 года) и в 2021 году составил 1500 человек; до 2018 года включительно число защит кандидатских диссертаций превышало 2000 единиц в год.

Число защит докторских диссертаций находится на уровне 80-90 единиц в год, в отдельные годы происходит несколько меньше защит (в 2017 году – 65 защит, в 2020 году – 63 защиты). В более ранние годы выпуск из докторантуры с защитой диссертации превышал 100-200 единиц в год.

Если сравнить численность выпускников аспирантур с защитой кандидатской диссертации и численность кандидатов наук, занятых научными исследованиями и разработками, получается, что защиты составляют порядка 1,5-2,5% от численности исследователей. Среди докторов наук, выпуск с защитой докторской диссертации составляет порядка 0,3-0,4% от численности исследователей – докторов наук.

В последние годы происходит уменьшение численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками, имеющего ученые степени кандидата и доктора наук; также происходит и уменьшение численности окончивших аспирантуру и докторантуру с защитой диссертации. Но в целом, соотношение между выпуском с защитой диссертации и численностью исследователей с учеными степенями находится приблизительно на одном уровне. Получается, исходя из такого соотношения, существует потенциальная возможность замещения выбывающих кадров, занимающихся исследованиями и разработками, специалистами, окончившими аспирантуру и докторантуру с защитой диссертации.

Но в реальных условиях существуют определенные проблемы с проведением научно-исследовательских работ, с привлечением кадров в организации, занимающиеся такими разработками.

Во-первых, уменьшается численность научных кадров, занимающихся исследованиями и разработками, что может быть связано с сокращением финансирования и оптимизацией научного персонала. Так как научные исследования имеют определенный риск в получении результата и неопределенность сроков, то для коммерческих организаций такое вложение средств может быть невыгодным вследствие неполучения определенного результата (прибыли) в запланированные сроки. В большинстве случаев,



финансирование научных исследований (в особенности фундаментальных) является прерогативой государства. Но, исходя из национальных приоритетов, возможны проблемы в государственном финансировании научных исследований для различных отраслей.

Во-вторых, часть организаций, имеющих финансирование не из бюджета, могут проводить научные исследования и разработки только в случае крайней необходимости, ведь проведение инноваций может быть достаточно капиталоемко, и в некоторых случаях для таких предприятий более выгодным будет являться приобретение уже произведенной инновации в виде технологии или нового продукта. Также возможна выжидательная позиция со стороны коммерческих предприятий с целью оценки разработанных и внедряемых инновационных технологий и техники.

В-третьих, из-за того, что уровень заработных плат в научных организациях (в особенности в государственных) ниже, чем в коммерческих, часть потенциальных работников выбирает места работы с более высокой оплатой труда для комфортного существования.

В-четвертых, в научных организациях происходит старение кадров и их последующее выбытие, но не всегда на их смену приходят молодые кадры. Существующая проблема привлечения молодых кадров в науку продиктована не только низкими уровнями заработных плат, но и возможной непрестижностью такой профессии и карьерного роста у молодежи.

В-пятых, для молодого поколения получение высшего образования и дальнейшее обучение в аспирантуре в их понимании может являться как бы продолжением среднего образования и получения обязательного образования (в особенности высшего и не важно по какому направлению) для приема на любую работу; также обучение в очной аспирантуре может являться одной из причин для молодых людей в получении отсрочки от призыва.

Можно выделить и другие факторы, которые в той или иной мере влияют на ситуацию с проведением научных исследований и разработок, но основной причиной будет являться финансирование науки, подготовка и привлечение научных кадров в организации, занимающиеся инновационными разработками. Важная роль в решении таких проблем принадлежит государству, которое не только финансирует фундаментальные и прикладные исследования, подготовку кадров, но и должно стимулировать проведение научных исследований и разработок различными организациями, стимулировать инновационную активность предприятий и привлечение кадров, в особенности молодых, для таких исследований.

#### Список использованной литературы

- 1 Российский статистический ежегодник. 2022: Стат. сб. / Росстат. – М., 2022 – 691 с.
- 2 Петухов, Н. А. Научные кадры как фактор экономической безопасности России. Управление экономической безопасностью: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Под общ. ред. Г. М. Залозной, Т. Н. Лариной. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2018. – 348 с.

З Петухов, Н. А. Высшее и послевузовское образование и подготовка научных кадров в Российской Федерации. Проблемы управления научными исследованиями и разработками-2017: тр. Третьей науч.- практич. конфер., 26 окт. 2017 г., Москва / Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова Рос. акад. наук, НИЦ «Ин-т им. Н. Е. Жуковского»; под общ. ред. Дутова А. В., Новикова Д. А. – М. : ИПУ РАН : НИЦ «Институт им. Н. Е. Жуковского», 2017. – 298 с.

Троицкая М. Е., старший преподаватель,  
Курашин В. Н., к. ф-мат. н., доцент, Рязанское гвардейское  
высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное  
командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова

## **МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ К ВСЕАРМЕЙСКИМ ОЛИМПИАДАМ ПО МАТЕМАТИКЕ**

На Всеармейских олимпиадах по математике курсантам РВВДКУ приходится конкурировать с представителями других военных ВУЗов, в которых математика изучается в гораздо большем объеме. Дополнительные занятия, проводимые с командой курсантов, отобранных для подготовки к Всеармейским олимпиадам по математике, призваны не просто восполнить недостающие часы, но и подготовить курсантов к решению нестандартных олимпиадных задач. Поскольку достижение поставленной цели крайне сложно в условиях ограниченного времени, необходимо оптимизировать данную работу, в частности, пересмотреть сложившиеся тематические планы, а также подход к изложению некоторых разделов математики.

В настоящей статье предлагается методика «последовательного встраивания» нового материала в систему школьных знаний обучающихся на примере преподавания темы «Линейная алгебра». Традиционно изложение курса линейной алгебры начинается с введения понятий матрицы и определителя, абсолютно новых для курсантов, тогда как системы уравнений встречаются уже в 8 классе средней школы. Очевидно, что восприятие ранее изученного материала, пусть даже с новых позиций, требует гораздо меньших энергетических затрат мозга, чем изучение нового. Следует также учитывать психологические аспекты обучения, а именно: при повторении пройденного происходит «узнавание» ранее изученного материала, дающее обучающемуся чувство уверенности, что в дальнейшем обеспечивает достаточную свободу мышления при решении олимпиадных задач. Кроме того, любая тема лучше усваивается, если известна сфера ее приложений. Поэтому изучение линейной алгебры предлагается начать с задачи, причем задачи, хорошо знакомой по сборникам для подготовки к ЕГЭ.

Задача

Первый и второй насосы наполняют бассейн за 9 минут, второй и третий за 12 минут, а первый и третий за 18 минут. За сколько минут эти насосы наполнят бассейн, если будут работать все вместе?

### Решение

Принимая объем бассейна за единицу, и обозначая производительности насосов соответственно  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , получим систему уравнений:

$$\begin{cases} x + y = \frac{1}{9} \\ y + z = \frac{1}{12} \\ x + z = \frac{1}{18} \end{cases}$$

Решая данную систему методом сложения, приходим к уравнению:

$$2x + 2y + 2z = \frac{1}{9} + \frac{1}{12} + \frac{1}{18}$$

$$2(x + y + z) = \frac{1}{4}$$

$$x + y + z = \frac{1}{8}$$

Таким образом, получаем, что, работая вместе, три насоса наполнят бассейн за 8 минут.

Анализируя решение, важно отметить, что по условию задачи нет необходимости находить каждую из неизвестных, достаточно найти их сумму. Тем самым акцентируется внимание на том, что при решении задач часто возможно и даже предпочтительно проявлять гибкость мышления, избегая стандартных алгоритмов.

После рассмотрения текстовой задачи курсантам предлагается решить методом Гаусса несколько совместно-определенных систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). При этом отмечается, что в основе метода лежит та же идея, что и у известного со школы метода сложения. Также обращается внимание курсантов на то, что в ходе преобразований все действия выполняются над коэффициентами и свободными членами уравнений, неизвестные же просто переписываются. Таким образом, вводятся понятия матрицы, расширенной матрицы системы, формулируется теорема Кронекера-Капелли. В качестве примеров предлагаются уже совместно-неопределенные и несовместные СЛАУ. Далее рассматриваются определители и их свойства, операции над матрицами, метод Крамера и матричный метод решения СЛАУ.

Предлагаемая последовательность изложения темы «Линейная алгебра» была апробирована преподавателями кафедры МиЕНД РВВДКУ на занятиях по подготовке к Всеармейским олимпиадам по математике и дала положительный результат: тему удалось изложить и закрепить в более сжатые сроки по сравнению с традиционным планированием данного материала. Освободившееся время было посвящено решению задач повышенной сложности, предлагаемых на различных олимпиадах.

Таким образом, рассмотренная методика базируется на знании курсантами школьной математики и целесообразность ее применения обусловлено тем, что с одной стороны члены команды по подготовке к Всеармейской олимпиаде обладают неплохой школьной подготовкой, а с другой времени на изучение математики в ВУЗе выделяется недостаточно.

Существует также ряд других тем, изучение которых начинается, так или иначе, еще в школе. К таковым относятся аналитическая геометрия, производная и ее применение, элементы теории вероятностей.

Однако необходимо отметить, что даже курсанты, имеющие высокие баллы ЕГЭ, обнаруживают типичные «слабые места» в школьной подготовке. В частности, большинство выпускников школ слабо знают графики элементарных функций, не воспринимают график как наглядное отражение свойств функции. У многих отсутствует навык элементарных преобразований, столь необходимый при решении задач олимпиадного типа. Очень плохо обстоят дела с умением проводить доказательства тех или иных утверждений. Поэтому при тематическом планировании занятий по подготовке к Всеармейской олимпиаде по математике предлагается учесть вышеуказанные пробелы и начать подготовку с рассмотрения следующих вопросов элементарной математики:

- преобразование алгебраических выражений;
- свойства и графики элементарных функций;
- метод математической индукции доказательства некоторых математических утверждений (на множестве  $\mathbb{N}$ );
- бином Ньютона;
- решение функциональных уравнений.

Таким образом, подготовку курсантов к Всеармейской олимпиаде по математике предлагается осуществлять в три этапа:

1. повторение и закрепление школьного материала по указанному выше плану;
2. последовательное прохождение тем, по которым выдаются задачи на олимпиаде, с изложением необходимого теоретического материала и опорой на соответствующие знания школьной математики;
3. повторение всех пройденных тем с акцентом на решении задач повышенной сложности.

#### Список использованной литературы

- 1 Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.1. [Текст]: / П. Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова.– М.: Высшая школа, 1986.– 304с.

Феоктистова А. И., к. п. н., старший преподаватель,  
Ивлева Е. В., к. т. н., преподаватель,  
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова  
дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии  
В. Ф. Маргелова

## **ИНФОГРАФИКА КАК СПОСОБ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

В процессе обучения происходит движение информации от преподавателя к обучающемуся, от обучающегося к преподавателю. Главным для педагога является поиск путей передачи информации, которая была бы понятна и усвоена обучающимися.

Одним из способов представления учебной информации является инфографика (информационная графика). Нет однозначного трактования данного термина. В различных источниках это понятие описывается по-разному. Приведем некоторые из них, которые с нашей точки зрения, наиболее точно дают пояснения данному понятию.

Инфографика (от лат. *informatio* — осведомление, разъяснение, изложение - греч. *γραφικός* — письменный, от *γράφω* — пишу) — это графический способ подачи информации, данных и знаний, то есть фактически способ передачи информации с помощью рисунка [1].

Инфографика — это область коммуникативного дизайна, в основе которой лежит графическое представление информации, связей, числовых данных и знаний [2].

Инфографика — это визуальное представление данных, передача информации через связанные между собой изображения, схемы, диаграммы, графики, карты и текст [3].

Инфографика позволяет представить информацию в легко воспринимаемой форме и с ее помощью легче понять и запомнить нужную информацию. Известно, что наибольшее количество усвоенной информации мы получаем с помощью органов зрения. Однако визуальная информация имеет очень большую избыточность — более 90% [4]. Одно из преимуществ инфографики — исключение информационного шума, для нее характерна достаточность, но не избыточность сведений [5].

Инфографика широко используется во многих областях, в том числе и образовании. Активно применяется инфографика на дисциплинах «Информатика», «Информационные технологии» для представления учебного материала. Инфографику используют на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах. На лекциях преподаватель использует инфографику для систематизации больших объемов информации и старается

представить учебный материал с использованием ярких опорных образов, наполненных структурированной информацией. Учебный материал представляется достаточно лаконично, так как полное описание данного материала можно найти в учебниках и учебных пособиях.

На рисунке 1 приводится пример применения инфографики в презентации для лекции по изучению технологии обработки текстовой информации средствами текстового процессора MS Word. В данном примере представлены основные составляющие текстового документа, их параметры и приемы их форматирования в текстовом процессоре.



Рисунок 1 – Форматирование элементов текстового документа

Графическое представление учебной информации улучшает понимание материала, подчеркивает связь компонентов. При этом убирается все лишнее, а с помощью цвета, элементов декора можно акцентировать внимание на необходимые компоненты. Для представления структурированного учебного материала в графическом виде (в среде MS Word, MS Power Point, MS Excel) можно использовать инструмент «SmartArt». Рисунки SmartArt используются как шаблоны для инфографики.

По дисциплинам «Информатика» и «Информационные технологии» более 50% от всех видов занятий составляют практические занятия и лабораторные работы. Как правило, на этих занятиях детализируются и

углубляются полученные знания, вырабатываются умения и навыки их практического применения. На практических и лабораторных занятиях по дисциплинам инфографику применяют для представления алгоритма работы в приложении. Графическое представление учебного материала особенно эффективно в раздаточном материале с заданиями для самостоятельного выполнения. На рисунке 2 представлена технология нанесения объекта на электронную карту в геоинформационной системе. Схема содержит снимки приложения и минимум текста, что позволяет лаконично и максимально наглядно представить обучающимся рассматриваемую технологию. Получается полноценное графическое объяснение изучаемого материала и дополнительного сопроводительного текста уже не требуется.

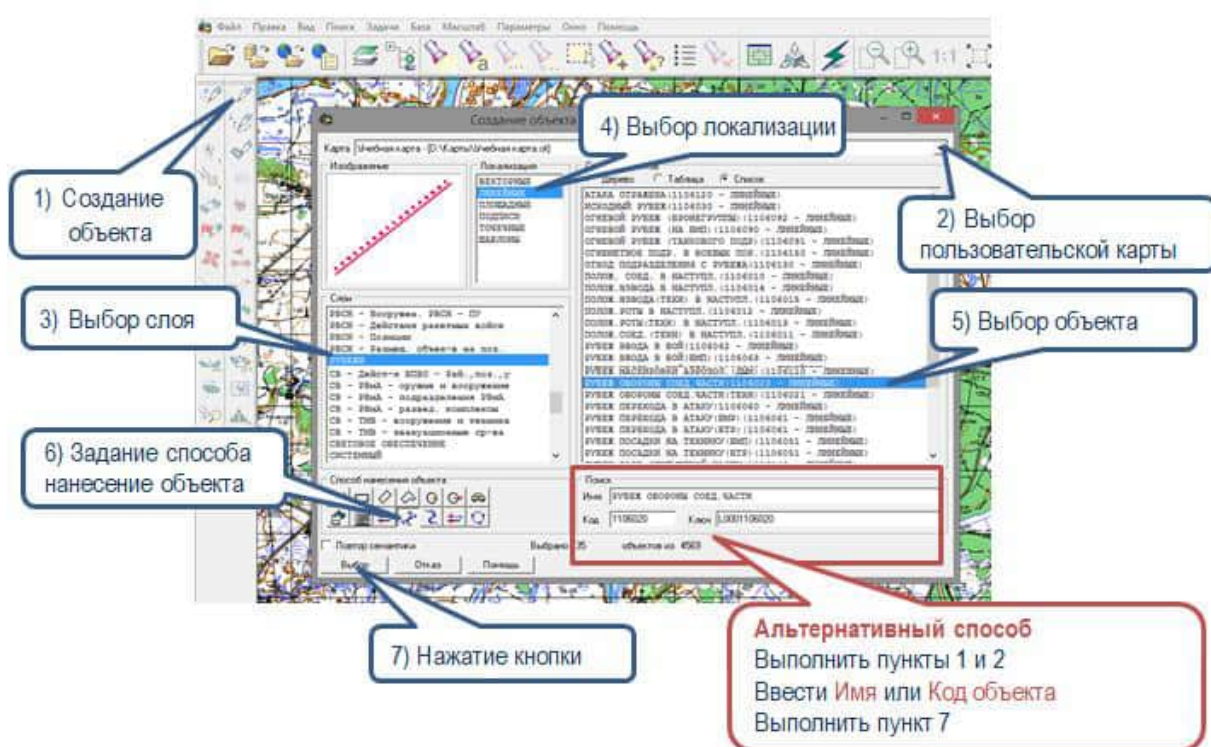


Рисунок 2 – Технология нанесения объекта на электронную карту

Такой подход к подготовке заданий требует от преподавателя больших временных затрат, так как каждое выполняемое по заданию действие необходимо «прорисовать» [6]. Использование инфографики в раздаточном материале для представления учебного материала повышает эффективность проведения практического занятия. Группы обучающихся имеют разный уровень подготовки. Кто-то из обучающихся уже работал в изучаемом приложении, кто-то изучает впервые. При работе с таким раздаточным материалом у обучающихся меньше возникает вопросов по выполнению задания, и преподаватель может равномерно уделять свое внимание всем обучающимся.

Применение графического представления информации актуально и для электронных учебных пособий. К требованиям по предъявлению содержания учебного материала в электронных пособиях относятся сжатость



и краткость изложения, четкие, лаконичные, однозначно трактуемые инструкции по выполнению заданий, предъявление информации в визуальной форме, в виде образов. Пособия используются как на занятиях, так и в часы самостоятельной работы. При самостоятельном изучении учебного материала обучающемуся желательно представить не только технологию выполнения, но и полученный результат. На рисунке 3 представлена технология и результат создания структуры таблицы в MS Access.

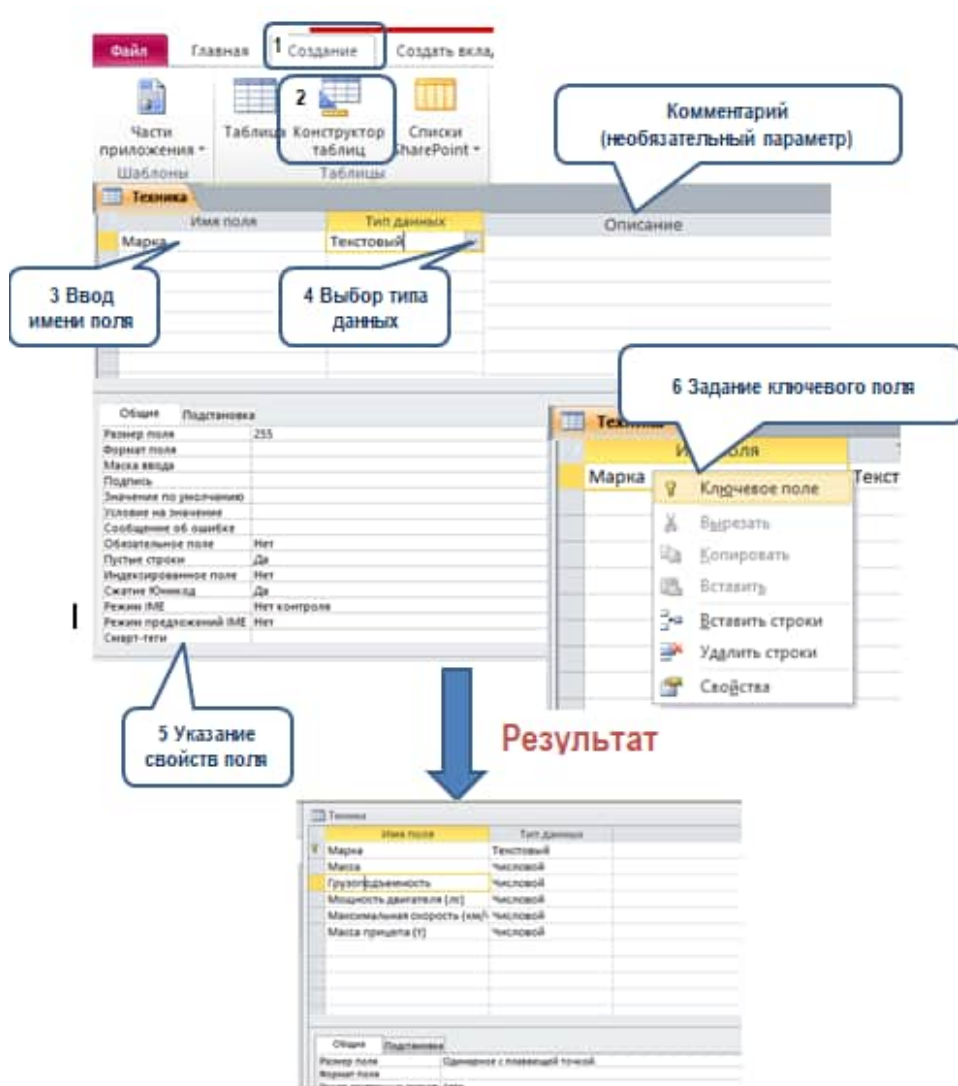


Рисунок 3 – Создание таблицы в СУБД MS Access

В Рязанском высшем воздушно-десантном командном училище обучаются иностранные военнослужащие. У многих военнослужащих при обучении возникает языковой барьер. Все изучаемые приложения имеют русскоязычный интерфейс. На первые занятия по дисциплинам «Информатика» и «Информационные технологии» можно разрабатывать двуязычные варианты заданий, представленные в графическом виде. Это помогает иностранным военнослужащим быстрее адаптироваться к новым



дисциплинам. На рисунке 4 дано графическое представление технологии выполнения создания папки в операционной системе Windows.

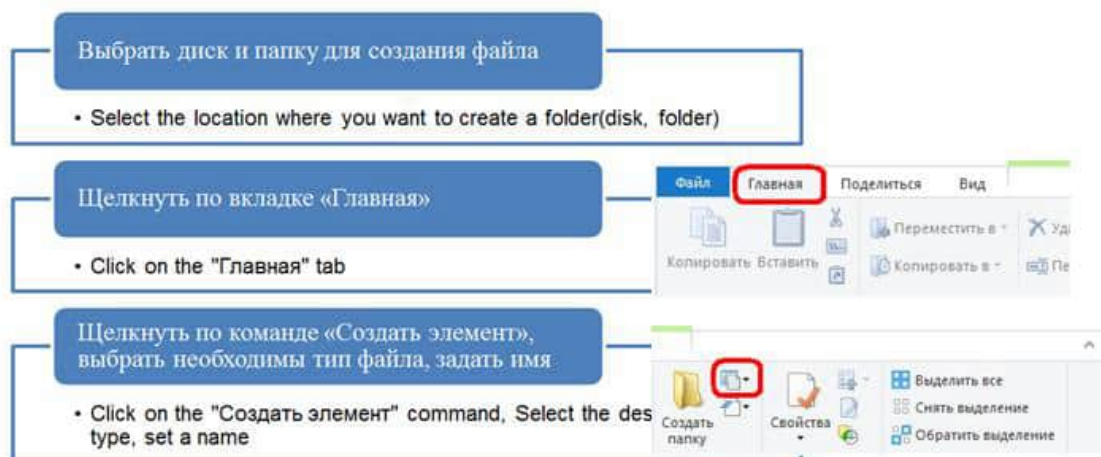


Рисунок 4 – Создание файла в операционной системе Windows

Практика многих лет преподавания информатики, позволяет сделать вывод о том, что использование инфографики для представления учебного материала дает положительный результат. Это выражается в качественном освоении изучаемого материала.

#### Список использованной литературы

- 1 Фролова, М. А. История возникновения и развития инфографики // Вестник ПГГПУ. Информационные компьютерные технологии в образовании. 2014. Вып. 10. С. 135–145.
- 2 Лаптев, В. В. Изобразительная статистика. Введение в инфографику / Владимир Лаптев. – СПб.: Эйдос, 2012. – 180 с.
- 3 Мир в графиках и схемах: что такое инфографика и как ее сделать. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-infografika-i-kak-ee-sdelat/> (дата обращения 2.10.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
- 4 Костюк, А. В. Информационные технологии. Базовый курс : учебник для вузов / А. В. Костюк, С. А. Бобонец, А. В. Флегонтов, А. К. Черных. –3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : «Лань», 2021. – 604 с. – Текст : непосредственный.
- 5 Трушко, Е. Г. Инфографика как современный способ представления информации / Е. Г. Трушко, Ю. Ф. Шпаковский // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. - Минск : БГТУ, 2017. - № 1 (195). - С. 111-117.
- 6 Феоктистова, А. И., Ивлева, Е. В. Визуализация учебного материала при обучении иностранных военнослужащих. Динамика развития системы военного образования : материалы V Международной научно-практической конференции. – Издательство ОмГТУ, Омск, 2023 г. – С. 274–279.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНТОВ**

Современный студент вуза — это, в первую очередь, молодой человек, который имеет все возможности к дальнейшему развитию.

Годы студенчества — своеобразный этап жизненного пути. Основа вполне объяснима — обучение в соответствии с целью, задачами, а главное — мотивацией, обусловленной получением специальности в данном вузе.

Особенно сложно приходится студентам первого курса. Будучи важнейшим интеллектуальным потенциалом общества, студент первого курса — вчерашний школьник, который не имеет необходимого опыта и ощущает острую необходимость в его приобретении. Временной отрезок между окончанием школы и началом обучения в вузе очень короткий, и именно на нем необходимо существенно скорректировать ранее поставленные цели, глубоко переосмыслить свои привычки и поведение, в результате чего появляются новые качества, которые способствуют выполнению новых социальных ролей, проявлению таких личностных качеств, как самостоятельность, любознательность, инициативность. Перед студентом возникают трудности, связанные с тем, что приходится привыкать ко всему новому: однокурсникам, преподавателям специализированных предметов, различным формам отчетности и значимости в глазах окружающих.

В студенческом возрасте происходят важные преобразования межличностных отношений. Они, характеризующиеся тенденцией к более личным и значимым взаимодействиям, высокой рефлексивностью, становятся источником эмоциональных переживаний. В данном возрасте усиливается потребность в понимании и сопереживании, сочувствии, установлении доверительных отношений. Общение со сверстниками приобретает особую значимость и становится одним из ведущих факторов личностного развития.

Для студенческого возраста характерны показатели: устойчивое внимание, развитое воображение, большая интегрированность памяти. В этот период интенсивно идет формирование личности, стиля поведения. Не секрет, что большинство студентов ставят перед собой «большие» задачи. В связи с этим на первое место выходит проблема самообразования и самовоспитания. Поэтому при организации любой деятельности студента необходимо учитывать его психологию, которая меняется с каждым новым курсом.

Эффективность образовательных процессов и восстановление нравственного и психического здоровья зависят от того, как быстро студент адаптируется к новым условиям существования. В учебной деятельности

адаптация связана с овладением методами познавательности, ориентацией в познавательных ценностях. Смена привычной среды может быть обострена неудовлетворенностью результатами учебы, межличностными отношениями, потерей привычного статуса в группе, тревогой в выборе будущей профессии. Это приводит к стрессам и нервному истощению, утомляемости и так называемой дезадаптации. Дезадаптация может проявляться в изменении системы внутренней регуляции, серьезных отклонениях в психике, саморазрушающем поведении, агрессии.

У одних студентов выработка нового поведенческого стереотипа проходит скачкообразно, у других — более или менее ровно. Несомненно, особенности этой перестройки связаны с характеристиками типа высшей нервной деятельности. Однако социальные факторы имеют здесь решающее значение. Знание индивидуальных особенностей студента, на основе которых строится система его включения в новые виды деятельности и в новый круг общения, дает возможность избежать дезадаптационного синдрома, сделать процесс адаптации ровным и психологически комфортным.

Многие первокурсники на первых порах обучения испытывают большие трудности, связанные с отсутствием навыков самостоятельной учебной работы. Они не умеют конспектировать лекции, работать с учебниками, добывать знания из первоисточников, анализировать информацию большого объема, четко и ясно излагать свои мысли.

Адаптация студентов к учебному процессу обычно завершается где-то в конце 2-го — начале 3-го семестров.

Эффективность познавательной активности может быть обеспечена посредством определенных педагогических условий, под которыми мы понимаем взаимосвязанную совокупность мер в образовательном процессе, обеспечивающую достижение студентами готовности к творческому взаимодействию с информацией.

В связи с этим очень важно, чтобы преподаватель направил деятельность студента-первокурсника на как можно более быструю адаптацию к самостоятельной работе. Это подразумевает развитие познавательной деятельности. Надо дать понять студенту, чтобы он вел данную деятельность для овладения знаниями, умениями и навыками, а не только для того, чтобы успешно сдать экзамены.

В связи со своеобразием целей, задач, содержания, форм и методов процесса обучения, а также из-за возрастных и психологических особенностей студентов технический вуз имеет свою специфику.

Социально-экономические условия требуют от выпускников технических вузов таких качеств, как предприимчивость, коммуникабельность, готовность адаптироваться к новым условиям работы. Специалисту на производстве приходится иметь дело с обильным потоком информации, который ему необходимо правильно принять, переработать и передать, что невозможно без наличия личностных коммуникативных резервов.

Ряд исследователей отмечает, что студентам технического вуза присуще развитие невербального интеллекта, в структуру которого включены способности к конструктивной деятельности, более развитые пространственные представления, формально-логическое мышление, сочетание синтетического и аналитического мышления. Выявлен высокий уровень концентрации, переключения внимания, зрительной памяти, высокая скорость и точность протекания мыслительных операций. У студентов технических вузов исследователи отмечают усиление интровертности личности в процессе обучения, доминирование мотивации познания, стремление к независимости, отсутствие стремления к доминированию, сознательность, ответственность, низкий уровень эмоциональности при общении с сокурсниками, критическое отношение к окружающему.

Для студента в вуза важным этапом профессионального становления становится развитие умственных способностей: существенно развиваются теоретическое мышление, умение абстрагировать, делать обобщения. Происходят качественные изменения в познавательных возможностях, характерными становятся:

- нестандартный подход к уже известным проблемам;
- умение включать частные проблемы в проблемы более общие;
- умение ставить плодотворные общие вопросы даже на основе задач, сформулированных не лучшим образом.

На сегодня социальный состав студенчества является достаточно многообразным, например: обычные студенты, обучающиеся на дневной форме обучения, находящиеся на полном обеспечении родителей, а так же студенты, обучающиеся на заочной и очно-заочной форме обучения, которые имеют детей, свои семьи, работу, занимаются частным предпринимательством. Очередной важной группой являются студенты из семей специалистов с высшим образованием или ученой степенью, а так же представители студенчества из семей, где родители занимаются частным бизнесом в различных сферах.

Отметим, что современное поколение студентов сильно отличается от своих предшественников. Современные студенты выросли в период процесса перехода от индустриального общества к информационному и социально-экономическим реформ. Благодаря этому молодое поколение обладает высокой степенью приспособляемости к изменяющимся условиям, и в то же время восприимчивостью к их негативным компонентам. Исходя из этого, ценностно-мотивационная шкала личности студента представлена следующими качествами: предприимчивость, критичность, инициативность, креативность, честолюбие, в то время как трудолюбие, милосердие, ответственность, пунктуальность, патриотизм, уважение к старшему поколению (общечеловеческие моральные ценности) отошли на второй план.

На профессиональные планы молодежи влияют различные факторы: мнения родителей, учителей, друзей, книг, передач и т.д. однако с другой стороны, всеобщее стремление к получению высшего образования приводит

к не совсем объективной оценке личных стремлений и качеств, поэтому многие руководствуются принципом «для галочки и чтобы было». Т.е. наличие высшего образования важнее, чем его актуальность выбранной профессии для отдельного обучающегося. По такому же принципу и выбирается университет, не важно какой, лишь бы поступить. Но для студента главным занятием его жизни является учебно-профессиональная деятельность, поэтому показатели отношения к учебе, ее успешности, мотивы учебной деятельности – это важнейшие критерии социального становления личности.

Сегодня студенческой молодежи свойственно, с одной стороны, недостаточная внутренняя профессиональная мотивация, а с другой — сильная эмоциональная отзывчивость, желание проявить себя, самоутвердиться в выбранной профессии. В связи с этим особую актуальность приобретают педагогические методы формирования готовности студентов к профессиональной деятельности.

Следовательно, только в результате совместных действий студент сможет стать носителем общественных ценностей, а в итоге социально полезной личностью с развитым самосознанием и профессиональной ответственностью.

#### Список использованной литературы

- 1 Павлова, Л. Н. Содержание и организация самообразовательной деятельности по формированию субъективной активности студентов: Автореф. дис.канд.пед.наук. — Красноярск, 2000. — С.19.
- 2 Божович, Л. И. Этапы формирования личности в онтогенезе. Психология подростка. Хрестоматия / сост. Ю. И. Фролов, — М., 1997
- 3 Калмыкова, З. И. Психологические принципы развивающего обучения — М.: Знание, 1979. — С.48.
- 4 Никитин, В. А. Начало социальной педагогики: уч. пос. — М.: Флинта, 1999. — С.72.
- 5 Величко, Е. В. Психолого-педагогическое сопровождение профессионально-личностного развития студентов в период обучения в колледже. Е. В. Величко // Психологические науки: теория и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, февраль 2012 г.). — М.: Буки-Веди, 2012.
- 6 Психология и педагогика: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Реан, Н. В. Бордовская, С. И. Розум. — СПб. [и др.] : Питер, 2005

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

**Агафонов А. Г.**

Использование современных информационных технологий  
в целях обеспечения безопасности и защиты информации  
в сфере информационно-телекоммуникационных технологий.....4

**Блинникова Л. Г., Гармаш Ю. В.**

Эффективность применения адаптивной электронной системы  
управления рекуперативным магнитным амортизатором  
на транспортно-технологических средствах и их комплексах.....8

**Гармаш Ю. В.**

Преобразователи электроэнергии в электрооборудовании автомобиля.....11

**Лопатин Е. И., Колчанов Д. Н., Петраков Н. В., Косенков Н. А.**

К вопросу об энергосбережении.....20

**Лопатин Е. И., Костенко В. А., Панкин К. Г., Попов Д. С.**

Исследования параметров электроэнергии при  
применении полупроводникового регулятора напряжения.....23

**Лопатин Е. И., Старков П. В., Губарев А. П., Котляр П. А.**

Виртуальные электростанции.....29

**Лопатин Е. И., Старков П. В., Губарев А. П., Котляр П. А.**

Применение возобновляемых энергоисточников в системе  
энергоснабжения удаленных потребителей.....33

**Рыбачек В. П.**

Численное моделирование электронных пушек  
в COMSOL Multiphysics .....37

**Федоров А. И.**

Цифровые технологии для совершенствования подготовки  
парашютистов для действий в особых условиях.....44

**Федоров А. И.**

Программная реализация математических моделей для  
автоматизации управленческих задач.....51

**Ширяев А. Г., Коненков Н. В., Бугров П. В.**

Пропускание квадрупольного фильтра масс при  
двухчастотном параметрическом резонансном возбуждении  
колебаний ионов.....57

### СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

**Бурмина Е. Н., Кондрашин М. С., Рахманова Л. В.**

Вклад в развитие бетона Николая Аполлоновича Белелюбского.....60

**Бурмина Е. Н., Ромашова И. А., Горлова Е. А., Рахманова Л. В.**

Жозеф Монье. Путь к изобретению железобетона.....65

<b>Бурмина Е. Н., Томалья А. В., Чадаев М. В.</b> Уникальные мостовые сооружения.....	68
<b>Горлова Е. А.</b> Реконструкция железобетонных мостов.....	72
<b>Суворова Н. А., Бурмина Е. Н., Рыжук Г. Т.</b> Щебеночно-мастичный асфальтобетон.....	76
<b>Суворова Н. А., Бурмина Е. Н., Чадаев М. В., Рыжук Г. Т.</b> Сравнение инверсионного и традиционного методов устройства эксплуатируемой кровли.....	80
<b>Томалья А. В., Ромашов Е. И., Пахомова Е. Ф.</b> Жан Луи Ламбо и история судостроения.....	85

## СЕКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И ГЕОГРАФИИ

<b>Барановский А. В.</b> Критический анализ вклада РДБА в рязанскую популяцию белого аиста....	89
<b>Барановский А. В.</b> Экологический след рязанского дома белого аиста.....	92
<b>Барановский А. В.</b> Воздействие пробиотиков и иммуностимуляторов на репродуктивные показатели белого аиста.....	98
<b>Курашин В. Н., Троицкая М. Е.</b> Векторно-координатный метод решения олимпиадных задач.....	103
<b>Некало В. С.</b> Решение задачи линейного программирования с параметром.....	107
<b>Подгайская Э. В.</b> Преобразование Лапласа.....	110
<b>Стефанович М. П., Филипчик Д. С.</b> Решение задач нелинейного программирования.....	112
<b>Фроловский М. Ю., Никитина С. Ю.</b> От алгоритмов – к нестандартным задачам.....	116
<b>Ширяев А. Г., Габибов М. А.</b> Влияние экологических факторов на степень радоноопасности земельных участков.....	120

## СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

<b>Ильин А. В.</b> Воля и интересы в правотворчестве.....	131
<b>Ильин А. В.</b> К вопросу о правотворческой роли судов в Российской Федерации.....	134
<b>Паничкин Ю. Н.</b>	

Отношения между Пакистаном и Афганистаном после президентских выборов 2014 г. в Афганистане.....	138
<b>Переляев Д. А., Гужвенко Е. И., Клочкова И. Ю.</b>	
Влияние военных конфликтов на развитие технологий.....	143
<b>Янаки В. В.</b>	
Жизнь и творчество выдающегося русского живописца Василия Григорьевича Перова.....	144

## **СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ ОБРАЗОВАНИЯ**

<b>Богатова М. А.</b>	
Задачи оптимизации как средство демонстрации межпредметных связей в военном деле.....	151
<b>Дегтяренко П. А., Гужвенко Е. И., Клочкова И. Ю.</b>	
Воспитание патриотизма в Вооруженных Силах Российской Федерации на опыте истории.....	154
<b>Евдокимов В. И., Гусева Г. Б., Клочкова И. Ю., Жуков И. И.</b>	
Военно-научная работа курсантов на кафедре математических и естественно-научных дисциплин РВВДКУ.....	157
<b>Кувшиноква А. Д.</b>	
Об организации самостоятельной работы студентов.....	165
<b>Марочкина Е. А.</b>	
Технология использования приложения «iNaturalist» при проведении полевой практики по зоологии со студентами очной и заочной форм обучения.....	169
<b>Петухов Н. А.</b>	
Кадры для научных исследований и разработок.....	173
<b>Троицкая М. Е., Курашин В. Н.</b>	
Методы совершенствования подготовки курсантов к Всеармейским олимпиадам по математике.....	177
<b>Феоктистова А. И., Ивлева Е. В.</b>	
Инфографика как способ представления учебного материала.....	180
<b>Фролова Г. В.</b>	
Эффективность образовательных процессов у современных студентов....	185



## РЕЗУЛЬТАТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

По географическому охвату конференция соответствует статусу научно-практическая конференция с международным участием. На конференцию поступили заявки и 41 доклад от 57 участников, в том числе из стран зарубежья (Беларусь).

Из Российской Федерации участники представлены следующими городами: Москва, Рязань, Барнаул.

## СПИСОК УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Агафонов А. Г., студент 5 курса, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»
2. Барановский А. В., к. б. н., орнитолог Рязанского дома белого аиста, г. Рязань
3. Блинникова Л. Г., преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
4. Богатова М. А., к. п. н., старший преподаватель кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
5. Бугров П.В., аспирант, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»
6. Бурмина Е. Н., к. т. н., доцент, Современный технический университет, г. Рязань
7. Габибов М. А., д-р с.-х. наук, профессор, Современный технический университет, г. Рязань
8. Гармаш Ю. В., д-р т. наук, профессор, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
9. Горлова Е. А., студентка 4 курса направления подготовки Строительство, Современный технический университет, г. Рязань
10. Губарев А. П., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
11. Гужвенко Е. И., д-р пед. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
12. Гусева Г.Б., доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова

13. Дегтяренко П. А., курсант, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
14. Евдокимов В. И., к. т. н., доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
15. Жуков И. И., курсант, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
16. Ивлева Е. В., к. т. н., преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
17. Ильин А. В., к. ю. н., доцент кафедры истории, философии и права, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»
18. Ключкова И. Ю., к. т. н., Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
19. Колесенков Н. А., ст. преподаватель кафедры ИБ, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина»
20. Колчанов Д. Н., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
21. Кондрашин М. С., студент 4 курса направления подготовки Строительство, Современный технический университет, г. Рязань
22. Коненков Н. В., профессор, главный научный сотрудник, Современный технический университет, г. Рязань
23. Косенков Н. А., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
24. Костенко В. А., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
25. Котляр П. А., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
26. Кувшинкова А. Д., к. п. н., доцент, Современный технический университет, г. Рязань
27. Курашин В. Н., к. ф-мат. н., доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
28. Лопатин Е. И., к. т. н., доцент, заведующий кафедрой «Энергетики и сервиса», Современный технический университет, г. Рязань

- 29.Марочкина Е. А., к. б. н., доцент, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»
- 30.Некало В. С., студентка 2 курса, УО Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь
- 31.Никитина С. Ю., к. п. н., доцент, Современный технический университет, г. Рязань
- 32.Паничкин Ю. Н., д-р и.н., профессор, Современный технический университет, г. Рязань
- 33.Панкин К. Г., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
- 34.Пахомова Е. Ф., студентка 4 курса направления подготовки Строительство, Современный технический университет, г. Рязань
- 35.Переляев Д. А., курсант, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
- 36.Петраков Н. В., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
- 37.Петухов Н. А., к. э. н., старший научный сотрудник, Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН, г. Москва
- 38.Подгайская Э. В., студентка 2 курса, УО Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь
- 39.Попов Д. С., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
- 40.Ромашов Е. И., старший преподаватель, Современный технический университет, г. Рязань
- 41.Ромашова И. А., старший преподаватель, Современный технический университет, г. Рязань
- 42.Рыбачек В. П., к. т. н., доцент кафедры «Электронные приборы», ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф.Уткина», г. Рязань
- 43.Рыжук Г. Т., студент, АлтГТУ имени И. И. Ползунова. г. Барнаул, РФ
- 44.Сетько Е. А., к. физ.-мат. н., доцент кафедры ФиПМ, УО Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь
- 45.Старков П. В., студент магистратуры направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
- 46.Стефанович М. П., студентка 2 курса, УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

- 47.Суворова Н. А., к. п. н., доцент, , Современный технический университет, г. Рязань, РФ
- 48.Томалья А. В., старший преподаватель, Современный технический университет, г. Рязань, инженер-проектировщик 1 категории ООО «Творческая архитектурно-проектная мастерская «ГРАД»
- 49.Троицкая М. Е., старший преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
- 50.Федоров А. И., к.т.н., Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
- 51.Феоктистова А. И., к. п. н., старший преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова
- 52.Филипчик Д. С., студентка 2 курса, УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
- 53.Фролова Г. В., старший преподаватель, Современный технический университет, г. Рязань
- 54.Фроловский М. Ю., старший преподаватель, Современный технический университет, г. Рязань
- 55.Чадаев М. В., магистрант, Современный технический университет, г. Рязань
- 56.Ширяев А. Г., профессор, Современный технический университет, г. Рязань
- 57.Янаки В. В., член Союза художников России, профессор Современного технического университета, г. Рязань

Подписано к публикации 30.10.2023

Издательство

«Современный технический университет»

390048, г. Рязань, ул. Новоселов, 35А

(4912) 30-06-30, 30-08-30

ISBN978-5-904221-40-9

