МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СВЯЗИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

СТНО-2026

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ

Сборник трудов

Том 10

Рязань
2026

УДК 004 + 001.1 + 681.2+ 681.2+ 681.3+681.5
С 568

Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2026 [текст]: сб. тр. IX междунар. науч.-техн. форума: в 11 т. Т.10./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2026.

ISBN 978-5-7722-0443-6

Т.10: – 186 с.,: ил.

ISBN 978-5-7722-0453-5

Сборник включает труды участников IX Международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании» СТНО-2026.

В сборнике освещаются вопросы математического моделирования, новых технологий в радиотехнике, телекоммуникациях, электротехнике и радиоэлектронике, вопросы полупроводниковой наноэлектроники, приборостроения, лазерной, микроволновой техники, силовой промышленной электроники, новые технологии в измерительной технике и системах, биомедицинских системах, алгоритмическое и программное обеспечение вычислительной техники, вычислительных сетей и комплексов, вопросы разработки и применения элементов искусственного интеллекта в информационных системах и образовании, различные аспекты автоматизированного проектирования, обработки изображений и управления в технических системах, перспективные технологии в машиностроительном и нефтехимическом производствах, новые технологии и методики в высшем образовании, в т.ч. вопросы гуманитарной и физико-математической подготовки студентов, обучения их иностранным языкам, перспективные технологии электронного обучения, в том числе, дистанционного, вопросы экономики, управления предприятиями и персоналом, менеджмента, а также вопросы гуманитарной сферы.

Авторская позиция и стилистические особенности сохранены.

УДК 004 + 001.1 + 681.2+ 681.2+ 681.3+681.5

ISBN 978-5-7722-0443-6

© Рязанский государственный
радиотехнический университет, 2026

ISBN 978-5-7722-0453-5

ИНФОРМАЦИЯ О IX МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ» СТНО-2026

IX Международный научно-технический форум «Современные технологии в науке и образовании» СТНО-2026 состоялся 03.03.2026-05.03.2026 в г. Рязань в Рязанском государственном радиотехническом университете имени В.Ф. Уткина.

В рамках форума «Современные технологии в науке и образовании» СТНО-2026 состоялась работа четырех Международных научно-технических конференций:

«Современные технологии в науке и образовании. Радиотехника и электроника», секции

- Радиотехнические системы;
- Радиотехнические устройства;
- Телекоммуникационные системы и устройства;
- Цифровые информационные технологии реального времени;
- Промышленная силовая электроника, электроэнергетика и электроснабжение;
- Физика полупроводников, микро- и наноэлектроника;
- Микроволновая, оптическая и квантовая электроника;
- Актуальные задачи химических технологий;

«Современные технологии в науке и образовании. Вычислительная техника, математическое моделирование и автоматизированные системы», секции

- Алгоритмическое и программное обеспечение вычислительных систем и сетей;
- Искусственный интеллект и информационные технологии;
- ЭВМ и системы;
- Модели искусственного интеллекта в САПР;
- Информационные технологии в конструировании электронных средств;
- Интеллектуальные системы и технологии в образовании;
- Информационные системы и защита информации;
- Математические методы и модели в научных исследованиях и прикладных проблемах. К 90-летию И.П. Карасева - основателя теории управления "в малом";
- Обработка данных, изображений и управление в технических системах;
- Геоинформационные и космические технологии;
- Автоматизация производственно-технологических процессов в приборо- и машиностроении;
- Информационно-измерительные устройства и системы в технике и медицине.
- Стандартизация и управление качеством;
- Информационные системы и технологии;

«Современные технологии в науке и образовании. Экономика и управление», секции;

- Современные технологии государственного и муниципального управления;
- Экономика, менеджмент и организация производства;
- Бухгалтерский учет, анализ и аудит;
- Экономическая безопасность;

«Современные технологии в науке и образовании. Новые технологии и методы в высшем образовании», секции

- Современные технологии электронного обучения;
- Иностранный язык в техническом вузе;
- Лингвистика и межкультурная коммуникация;
- Направления и формы гуманитаризации высшего образования и гуманитарная подготовка студентов;
- Методы преподавания и организация учебного процесса в вузе;
- Физико-математическая подготовка студентов;

- Особенности военного образования на современном этапе.

Организационный комитет Форума:

Гусев С.И., проректор по научной работе и инновациям, д.т.н., проф.;

Миловзоров О.В., зам. начальника управления организации научных исследований, к.т.н, доц. – координатор, главный редактор сборника трудов Форума;

Миронов Вал.В., профессор кафедры высшей математики, д.ф.-м.н., проф. – ответственный редактор сборника трудов Форума;

Устинова Л.С., начальник отдела информационного обеспечения – отв. за информационную поддержку;

члены оргкомитета:

Аронов Л.В., доцент кафедры радиоуправления и связи, к.т.н., доц.;

Бабаян П.В., зав. кафедрой автоматики и информационных технологий в управлении, к.т.н., доц.;

Бубнов С.А., доцент кафедры вычислительной и прикладной математики, к.ф.-м.н., доц.;

Витязев В.В., зав. кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники, д.т.н., проф.;

Волченков В.А., доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники, к.т.н.;

Горлин О.А., доцент кафедры электронных приборов, к.т.н., доц.;

Городничева Е.В., ассистент кафедры автоматизации информационных и технологических процессов;

Гостин А.М., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, к.т.н., доц.;

Губарев А.В., доцент кафедры информационно-измерительной и биомедицинской техники, к.т.н., доц.;

Гуржин С.Г., доцент кафедры информационно-измерительной и биомедицинской техники, к.т.н., доц.;

Дмитриев В.Т., зав. кафедрой радиоуправления и связи, д.т.н., доц.;

Дмитриева Т.А., доцент кафедры вычислительной и прикладной математики, к.т.н., доц.;

Евдокимова Е.Н., зав. кафедрой экономики, менеджмента и организации производства, д.э.н., проф.;

Еремеев В.В., директор НИИ «Фотон», д.т.н., проф.;

Есенина Н.Е., зав. кафедрой иностранных языков, к.п.н., доц.;

Жулев В.И., зав. кафедрой информационно-измерительной и биомедицинской техники, д.т.н., проф.;

Каширин И.Ю., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительной и прикладной математики, д.т.н., проф.;

Киселёва О.В., доцент кафедры экономической безопасности, анализа и учета, к.э.н., доц.;

Кислицына Т.С., старший преподаватель кафедры радиотехнических систем;

Клейносова Н.П., директор центра дистанционного обучения, к.п.н., доц.;

Клочко В.К., профессор кафедры автоматики и информационных технологий в управлении, д.т.н., проф.;

Коваленко В.В., зав. кафедрой химической технологии, к.т.н., доц.;

Корячко В.П., зав. кафедрой систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, д.т.н., проф.;

Костров Б.В., зав. кафедрой электронных вычислительных машин, д.т.н., проф.;

Кошелев В.И., зав. кафедрой радиотехнических систем, д.т.н., проф.;

Крошилина С.В., доцент кафедры вычислительной и прикладной математики, к.т.н., доц.;

Круглов С.А., зав. кафедрой промышленной электроники, д.т.н., доц.;

Кузьмин Ю.М., доцент кафедры информационной безопасности, к.т.н., доц.;

Куприна О.Г., доцент кафедры иностранных языков, к.филол.н., доц.;

Ленков М.В., зав. кафедрой автоматизации информационных и технологических процессов, к.т.н., доц.;

Литвинов В.Г., зав. кафедрой микро- и наноэлектроники, д.ф.-м.н., доц.;

Лукьянова Г.С., зав. кафедрой высшей математики, к.ф.-м.н., доц.;

Маметова Ю.Ф., доцент кафедры иностранных языков, к.п.н., доц.;

Миронов В.В., старший преподаватель кафедры Воздушно-космических сил;

Митрошин А.А., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, к.т.н., доц.;

Мишустин В.Г., доцент кафедры микро- и наноэлектроники, к.ф.-м.н., доц.;

Овечкин Г.В., зав. кафедрой вычислительной и прикладной математики, д.т.н., проф.;

Паршин А.Ю., доцент кафедры радиотехнических устройств, к.т.н., доц.;

Паршин Ю.Н., зав. кафедрой радиотехнических устройств, д.т.н., проф.;

Перфильев С.В., зав. кафедрой государственного, муниципального и корпоративного управления, д.э.н., проф.;

Подгорнова Н.А., доцент кафедры государственного, муниципального и корпоративного управления, к.э.н., доц.;

Пржегорлинский В.Н., зав. кафедрой информационной безопасности, к.т.н., доц.;

Пылькин А.Н., профессор кафедры вычислительной и прикладной математики, д.т.н., проф.;

Саблина В.А., доцент кафедры электронных вычислительных машин, к.т.н., доц.;

Сапрыкин А.Н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, к.т.н., доц.;

Семенов А.Р., доцент кафедры химической технологии, к.ф.-м.н.;

Скрипкина О.В. доцент кафедры экономической безопасности, анализа и учета, к.э.н., доц.;

Соколов А.С., зав. кафедрой истории, философии и права, д.и.н;

Соловьева И.П., доцент кафедры экономики, менеджмента и организации производства, к.э.н., доц.;

Таганов А.И., профессор кафедры космических технологий, д.т.н., проф.;

Тарасова В.Ю., ассистент кафедры электронных вычислительных машин, магистр;

Торженова Т.В. доцент кафедры экономической безопасности, анализа и учета, к.э.н., доц.;

Харитонов А.Ю., нач. военного учебного центра, полковник, к.т.н., доц;

Холопов С.И., зав. кафедрой автоматизированных систем управления, к.т.н., доц.;

Цыцына М.И., ассистент кафедры космических технологий, магистр;

Чеглакова С.Г., зав. кафедрой экономической безопасности, анализа и учета, д.э.н., проф.;

Челебаев С.В., доцент кафедры автоматизированных систем управления, к.т.н., доц.;

Щевьев А.А., доцент кафедры истории, философии и права, к.п.н., доц.

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ»

СЕКЦИЯ «МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ»

УДК 37

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕДАГОГОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ В КОНТЕКСТЕ ЗАДАЧ ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Е.Н. Герасимова
Тюменский государственный университет,
г.Тюмень, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрена концепция методического сопровождения инновационной деятельности в качестве ключевого фактора профессионального развития педагогов в учебном заведении. Освещены теоретико-методологические подходы, условия, необходимые для успешной организации инновационной деятельности, предложена структурно-функциональная модель методического сопровождения инновационной деятельности педагогов и механизм реализации этой модели. Результаты исследования, представленные в статье, основаны на данных, полученных в ходе реализации констатирующего эксперимента.
Ключевые слова: методическое сопровождение, инновационная деятельность педагогов, профессиональное развитие педагогов.

ORGANIZATION OF METHODOLOGICAL SUPPORT OF INNOVATIVE ACTIVITIES OF GENERAL EDUCATIONAL SCHOOL TEACHERS IN THE CONTEXT OF THEIR PROFESSIONAL DEVELOPMENT TASKS

E.N. Gerasimova
Tyumen State University,
Tyumen, Russia

Abstract. This article discusses the concept of methodological support for innovative activities as a key factor in the professional development of teachers in educational institutions. It highlights the theoretical and methodological approaches, conditions necessary for the successful organization of innovative activities, and proposes a structural and functional model of methodological support for innovative activities of teachers and a mechanism for implementing this model. The research results presented in the article are based on data obtained during the implementation of a констатирующего experiment.
Key words: methodological support, innovative activities of teachers, professional development of teachers.

Введение

В контексте выполнения федерального проекта «Образование» за период 2019–2024 годов, который был продлен до 2030 года, были определены ключевые результаты и стратегические направления для улучшения образовательной системы в Российской Федерации. В рамках этого проекта запланировано реализовать ряд инициатив, включая федеральные проекты как «Современная школа», «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Молодые профессионалы» и «Социальные лифты для каждого».

Национальный проект не только создаёт условия, но и предоставляет устойчивую мотивацию и требования к учителям для внедрения инноваций. Учителям требуется выступать

не только в роли исполнителей, но и как организаторы и координаторы образовательного процесса, эффективно внедряя образовательные технологии и разрабатывая методы коллаборативного обучения.

К примеру, обновление учебных ресурсов. Учитель стимулируется к освоению передовых технологий, интегрируя их в образовательную деятельность, что ведет к разработке инновационных методик преподавания, таких как виртуальные туры или проекты, использующие 3D-моделирование.

Развертывание передовой образовательной сети, такой как создание «Точек роста», IT-кубов и «Кванториумов», а также основание центров «Дом научной коллаборации», значительно способствует интеграции инноваций в образовательный процесс. Эти институты превращаются в магниты для инновационных учителей, предоставляя им платформу для осуществления амбициозных проектов в коллаборации со студентами.

Стимулирование профессионального роста педагогов. Государственная инициатива обеспечивает финансирование обучающих программ для повышения квалификации, включая передовые области, такие как цифровая педагогика, методика проектной работы и инклюзивное образование. Это дает учителям возможность осваивать новейшие образовательные тенденции [1].

Система грантов и конкурсов, включающая награды как «Учитель года» и «Директор года», а также программы «Большая перемена» и гранты за вклад в реализацию национальных проектов, обеспечивает не только финансовую поддержку, но и повышает статус инновационно настроенных педагогов.

В актуальных дискурсах педагогической науки методическое сопровождение привлекает внимание различных научных дисциплин. Оно интерпретируется как поддержка педагогической деятельности (Е.И. Казакова и др.), как инструмент управления рамками образовательного процесса (В.С. Лазарев, А.П. Тряпицына и другие). Также рассматривается как фактор, способствующий творческому развитию учителей и проектированию педагогических моделей, управлению их профессиональным и личностным ростом (Е.С. Заир-Бек, М.М. Поташник, О.Г. Прикот и другие). И также видится как организованный процесс, направленный на повышение профессионального уровня педагогов для адаптации к новым вызовам в современном образовательном контексте (Е.Р. Блинова, В.И. Зверева и др.). Такая многоплановость восприятий методического сопровождения подчеркивает необходимость комплексного анализа его природы, структуры и функции в рамках современного образовательного учреждения.

Синтезированы выводы научных работ по методическому сопровождению преподавателей, выявлены его преимущества перед классическими методиками образования взрослых (М.М. Поташник, М.Н. Певзнер, В.И. Снегурова, Е.И. Винтер).

Несмотря на массу исследований и программ, направленных на инновационное развитие в образовательных организациях, многие ключевые элементы методологической поддержки не получают должного внимания или изучены не в достаточной мере. Такие элементы, как влияние человеческих факторов, проблемы сопротивления изменениям, интеграция нововведений в учебный процесс, стратегии управления и оценки результатов, а также ресурсное обеспечение и развитие инфраструктуры, вопросы общения и формирования культуры инноваций остаются малоосвещенными.

Существует противоречие между стремлением педагогов к инновациям в образовательной деятельности и их профессиональным развитием. Это напряжение вызвано противостоянием укоренившихся норм образовательной системы и необходимостью адаптации к постоянно изменяющимся требованиям. Формальное отношение к инновациям часто противоречит глубокому, сущностному применению инновационных подходов, ключевых для профессионального роста учителей. Проблема исследования заключается в необходимости научного обоснования и проектирования модели организации такого сопровождения.

Цель исследования – теоретически обосновать и разработать модель организации методического сопровождения инновационной деятельности педагогов общеобразовательной школы, направленную на их профессиональное развитие.

В данном исследовании была предложена концепция методического сопровождения инновационной педагогической деятельности, рассматриваемой как ключевой аспект профессионального роста учителей в общеобразовательной школе, основываясь на теоретических подходах и практической направленности.

Исследование фокусируется на анализе инновационной деятельности как индикатора профессионализма учителей в школьной системе; аспектом изучения выбрана реализация методической поддержки данной деятельности в школах. Основной задачей стало создание и научное обоснование программы методического сопровождения инновационных процессов в среде общеобразовательных организаций.

Для анализа поставленных проблем применялись методы: рецензирование академических источников, наблюдение, проведение экспериментов (в частности, констатирующий анализ) и систематизация педагогической практики, применение математических и статистических аналитических техник.

Теоретико- методологические основания исследования

Мы определяем «методическое сопровождение инновационной деятельности в образовательных организациях» как ключевой инструмент подготовки руководителей и преподавателей для внедрения инноваций в школьную систему. Инновационная деятельность педагога трактуется как комплексная деятельность по созданию, освоению, использованию и распространению педагогических новшеств (новых технологий, методов, форм организации обучения).

Методическая поддержка инновационной активности в рамках системы образования школ представляет собой целенаправленное, непрерывное и систематизированное взаимодействие методистов, специалистов, руководства образовательных учреждений и учителей. Этот процесс ориентирован на стимулирование, развитие и оценку эффективности инноваций в образовательной программе, управлении и учебном плане. Основная задача данной деятельности – не только внедрение новшеств, но и гарантирование качественного и долгосрочного повышения учебных достижений учащихся в контексте постоянно изменяющейся образовательной среды [2].

Для успешной организации инновационной деятельности необходимы следующие условия:

1. Создание в школе инновационной среды (мотивирующий климат, поддержка со стороны администрации, доступ к ресурсам);

2. Формирование готовности педагога к инновациям (сформированность соответствующих компетенций, личностная мотивация, открытость новому);

3. Наличие эффективной системы поддержки, которая помогает педагогу преодолевать трудности, связанные с внедрением нового (страх неудачи, нехватка времени, технические сложности).

Разработка модели методического сопровождения обоснована необходимостью:

- повышения эффективности инновационных процессов в школе;
- снижения рисков профессионального выгорания педагогов, связанных с повышенными нагрузками при внедрении нового;
- обеспечения непрерывности и персонификации профессионального роста;
- систематизации разрозненных форм методической работы и придания им целевого характера [5].

Нами предлагается структурно-функциональная модель методического сопровождения инновационной деятельности педагогов, включающая четыре взаимосвязанных блока:

1. Целевой блок: цель – профессиональное развитие педагога через поддержку его инновационной деятельности. Задачи: диагностика потребностей, планирование индивидуального маршрута, консультирование, организация рефлексии;

2. Содержательный блок: направления работы – формирование проектно-исследовательских компетенций, освоение новых образовательных технологий, развитие ИКТ-грамотности, развитие навыков рефлексии и самооценки;

3. Организационно-технологический блок: формы и методы – индивидуальные (коучинг, тьюторское сопровождение, супервизия) и групповые (проектные семинары, воркшопы, профессиональные обучающиеся сообщества (ПОС), мастер-классы, peer-to-peer обучение);

4. Оценочно-результативный блок: критерии оценки эффективности: рост профессиональной компетентности, успешная реализация инновационных проектов, повышение учебной мотивации учащихся, удовлетворенность педагогов собственной деятельностью. Методы оценки: портфолио, экспертные оценки, самоанализ, анализ образовательных результатов учащихся [3].

Реализация модели предполагает следующие этапы:

1. Диагностический: выявление запросов, трудностей и уровня готовности педагогов к инновациям;

2. Проектировочный: разработка индивидуальных и групповых программ сопровождения, планов работы методических объединений и ПОС;

3. Реализационный: непосредственное проведение запланированных мероприятий с использованием адаптивных форм работы;

4. Рефлексивно-аналитический: оценка результатов, корректировка программ сопровождения, обобщение и диссеминация успешного опыта [4].

В результате проведенного нами исследования выяснилось, что учителя достаточно удовлетворены предоставляемой школой методической поддержкой, однако определенные аспекты требуют улучшения, в частности, внедрение инновационных подходов к методической деятельности, доступ к консультациям методистов, а также стимулирование учителей к педагогическому исследованию, творчеству и участию в экспериментальных проектах. Учителя подчеркивают необходимость постоянного методического сопровождения, хотя результаты их профессионального роста не всегда напрямую зависят от этой поддержки из-за несоответствия предложений актуальным профессиональным потребностям. Несмотря на популярность традиционных форм методической деятельности, таких как курсы повышения квалификации, мастер-классы, семинары-практикумы, педагоги выразили интерес к новым активным формам, таким как педагогические ярмарки, кейс-стади, образовательные салоны, кооперативные пространства и лаборатории продуктивных технологий, которые пока ещё не были реализованы в их образовательной среде.

Исследование показало, что 40% учителей демонстрируют средний уровень готовности к инновационной деятельности, в то время как 60% оказались на более высоком уровне активной готовности. Не было обнаружено педагогов с крайне низким или высоким уровнем готовности. Готовность к инновациям в педагогической сфере не является статическим понятием, она требует постоянного развития и поддержки. Эффективная методическая поддержка, направленная на инновации, представляет собой ключевой элемент в процессе развития образовательного учреждения и требует продуманной стратегии, квалифицированных специалистов и долгосрочной ориентации. Постоянное профессиональное обучение и развитие педагогов являются необходимыми условиями для инновационной деятельности, которая в свою очередь способствует практическому применению профессиональных знаний.

Заключение

Разработанная модель представляет собой целостную систему, направленную на преобразование традиционной методической работы в современный, персонализированный инструмент поддержки инноваций и профессионального роста педагогов.

Значимость предлагаемого «продукта». Внедрение данной модели позволит повысить не только эффективность инновационной деятельности, но и качество всего образовательного процесса в школе. Она способствует созданию корпоративной культуры непрерывного обучения и сотрудничества, что является залогом конкурентоспособности образовательного учреждения.

Успешная реализация модели требует заинтересованности и поддержки со стороны администрации школы, подготовки или привлечения кадров, владеющих компетенциями тьютора, коуча, выделения необходимых временных и материальных ресурсов; формирования благоприятного психологического климата в коллективе.

Перспективы исследования. Дальнейшие исследования могут быть связаны с апробацией данной модели в практике конкретных образовательных учреждений, разработкой диагностического инструментария для оценки ее эффективности, а также изучением роли цифровых платформ в организации сетевого методического сопровождения.

Работа выполнена под научным руководством к.п.н., доцента Неумоевой-Колчеданцевой Е.В.

Библиографический список

1. Громыко, А. И., Сидоренко, Н. В. Методы методической поддержки профессионального роста педагогов: актуальные стратегии и методики // Вестник образования. 2020. Вып. 3(1), Стр. 45-52.

2. Кузнецова, И. А., Петрова, Е. С. Применение новаторских подходов в системе повышения квалификации учителей // Академическое издание. 2021. Том 4, Выпуск 2, Стр. 78-85.

3. Ляудис В. Л., ред. Инновационное образование: стратегия и практика. Москва, 1994. 203 с.

4. Сластенин В. А., Подымова Л. С. Педагогика: инновационная деятельность. – Москва: Издательство "Магистр", 1997. – 224 страницы.

5. Слободчиков В.И. Аспекты формирования и прогресса инновационного образования // Инновации в образовании. – 2003. – №2. – С. 4-28.

УДК 378; ГРНТИ 14.35

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ PR-СПЕЦИАЛИСТОВ

Д.В. Боярченков

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань, Российская Федерация, bojarchenkovdaniil@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема фрагментарного освоения будущими PR-специалистами исследовательских методов, которые в отрыве от целостного проектного цикла не формируют профессиональной способности к доказательной практике. Авторская модель операционализации исследовательских процедур, представленная в работе, привязывает конкретные методы (PEST/SWOT-анализ, веб-аналитика, A/B-тестирование, оценка ROI) к ключевым этапам реализации PR-проекта (RACE), обеспечивая их контекстуальное освоение. Результаты апробации модели демонстрируют статистически значимый рост у студентов навыков интерпретации данных и рефлексивной оценки исследовательских действий в рамках проектной деятельности, что подтверждает эффективность предложенного подхода для подготовки кадров к реалиям data-driven коммуникаций.

Ключевые слова: исследовательские процедуры, проектная деятельность, PR-специалисты, операционализация, критерии оценки.

RESEARCH PROCEDURES IN THE PROJECT ACTIVITIES OF FUTURE PR SPECIALISTS

D.V. Boyarchenkov
Ryazan State University named after S. A. Yesenin,
Russia, Ryazan, bojarchenkovdaniil@gmail.com

Abstract.The article discusses the problem of fragmentary mastering of research methods by future PR specialists, which, when separated from a holistic project cycle, do not form a professional ability for evidence-based practice. The author's model of operationalization of research procedures presented in the work links specific methods (PEST/SWOT analysis, web analytics, A/B testing, and ROI assessment) to the key stages of implementing a PR project (RACE), ensuring their contextual mastery. The results of the model's approbation demonstrate a statistically significant increase in students' skills in data interpretation and reflective evaluation of research activities within the framework of project activities, which confirms the effectiveness of the proposed approach for training personnel for the realities of data-driven communications.
Keywords: research procedures, project activities, PR specialists, operationalization, evaluation criteria.

Введение

Актуальность исследования обусловлена противоречием между объективными требованиями современной коммуникационной среды и существующей системой профессиональной подготовки. На макроуровне наблюдаемая трансформация PR-деятельности в сторону data-driven коммуникаций формирует императив доказательного подхода на всех этапах проекта – от диагностики аудитории до оценки эффективности, что получает нормативное закрепление в государственных (ФГОС ВО 3++) [1] и профессиональных стандартах [2, 3]. Однако на мезоуровне образовательной практики сохраняется системное несоответствие: декларативное включение исследовательских компетенций в учебные планы не обеспечивается их целостной интеграцией в логику проектной деятельности. Формирование исследовательских навыков остается фрагментарным, зачастую сводясь к освоению методов в искусственных, «лабораторных» условиях, оторванных от контекста реального проектного цикла. Это порождает дефицит у выпускников способности применять исследовательские процедуры как инструмент для решения комплексных профессиональных задач, что снижает их конкурентоспособность и эффективность отрасли в целом. Таким образом, существует настоятельная потребность в разработке педагогической модели, преодолевающей данный разрыв через операционализацию исследовательских процедур в структуру проектной деятельности будущих PR-специалистов.

Цель статьи – на основе анализа современной литературы и образовательной практики разработать и обосновать модель операционализации исследовательских процедур в проектную деятельность будущих PR-специалистов.

Данное исследование решает следующие задачи:

1) выявить и концептуализировать системное противоречие между объективной, нормативно закреплённой потребностью коммуникационной индустрии в специалистах, владеющих доказательным (data-driven) подходом, и фрагментарным характером формирования соответствующих исследовательских компетенций в действующей системе высшего образования;

2) разработать педагогическую модель («Исследовательский контур PR-проекта»), обеспечивающую целостную интеграцию исследовательских процедур в логику проектной деятельности будущих PR-специалистов, через их операционализацию в каждый этап стандартного отраслевого цикла (например, RACE);

3) эмпирически апробировать эффективность предложенной модели в условиях реального образовательного процесса посредством педагогического эксперимента, сравнив результаты контрольной и экспериментальной групп с использованием качественных и коли-

чественных методов (анализ продуктов деятельности, наблюдение, анкетирование, статистический анализ).

Методы и материалы исследования. В рамках исследования применялся комплекс взаимодополняющих методов, соответствующих критериально-ориентированному подходу к оценке педагогических явлений. Эмпирическую базу составили результаты формирующего педагогического эксперимента, организованного на базе Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина в период с сентября 2025 по декабрь 2025 года, с привлечением студентов 3 и 4 курсов направления 42.03.01 «Реклама и связи с общественностью». Для сбора первичных данных использовались метод анализа продуктов учебной деятельности (проектные портфолио и аналитические отчеты), включенное структурированное наблюдение за групповой динамикой в ходе решения кейсов, а также опрос по авторской методике, направленный на диагностику личностно-рефлексивного компонента исследовательской компетенции.

Результаты исследования

Операционализация исследовательских процедур в проектном цикле подготовки PR-специалистов имеет свою модель и критерии. Разрешение выявленного противоречия между системной потребностью в квалифицированных специалистах и фрагментарным характером их исследовательской подготовки требует выхода на уровень педагогического проектирования, гарантирующего целостность и контекстуальность освоения профессиональных действий. В качестве методологического решения предлагается модель «Исследовательский контур PR-проекта», основанная на принципе прямой интеграции обязательного исследовательского подэтапа в каждый из этапов стандартного проектного цикла, например, по модели RACE (Research, Action, Communication, Evaluation), являющейся общепринятой отраслевой моделью. Данный подход позволяет преодолеть абстрактность изучения методов, переводя его в практическую плоскость решения последовательных профессиональных задач.

Содержательно контур раскрывается через спецификацию процедур, инструментов и ожидаемых результатов для каждой фазы проекта. Так, Е.Л. Вартанова и Д.В. Дунас отмечают, что на этапе Research (Исследование ситуации) ключевой процедурой становится комбинированный PEST- и SWOT-анализ, проводимый не умозрительно, а на основе эмпирических данных, полученных с помощью систем медиамониторинга (например, Medialogia, SCAN) и анализа больших данных (Brand Analytics) для выявления трендов и общественных настроений [4]. Результатом выступает не просто перечень факторов, а карта проблем и возможностей, верифицированная данными. Этап Action (Планирование) трансформируется в процедуры операционализации стратегических целей в измеримые ключевые показатели эффективности (KPI), а также сегментации целевой аудитории и проверки поведенческих гипотез с использованием инструментов веб-аналитики (Яндекс.Метрика, Google Analytics) и статистики социальных сетей, что непосредственно отвечает запросу индустрии на доказательность планирования. Выходом является обоснованная программа проекта с измеримыми метриками. На этапе Communication (Реализация) исследовательский фокус смещается на претестирование креативных концепций и выбор каналов коммуникации через методы A/B-тестирования и фокус-групп, а также на оперативный мониторинг упоминаний и тональности обратной связи для agile-корректировки кампании в реальном времени. Наконец, этап Evaluation (Оценка) предполагает процедуры расчета возврата на инвестиции (ROI), оценки достижения KPI, конверсионного анализа и пост-тестирования для фиксации отложенных эффектов, кульминацией которых становится аналитический отчет, предоставляющий заказчику доказательства эффективности и конкретные рекомендации.

Для объективной оценки уровня сформированности данных процедур у студентов была разработана критериальная матрица, применяемая к каждому проектному этапу, предлагаемая в исследовании С.М. Марковой и З.Н. Невзоровой [5, С. 149]. Она включает четыре

ключевых критерия: адекватность (соответствие выбранного метода решаемой задаче), технологичность (практическое владение необходимым программным обеспечением и цифровыми сервисами), интерпретативность (глубина и логичность выводов, сделанных на основе полученных данных) и рефлексивность (осознание ограничений применяемых методов и потенциальных погрешностей) [5]. Каждый критерий был детализирован через дескрипторы, описывающие проявления низкого, среднего и высокого уровней, что позволило унифицировать процесс оценки.

Апробация предложенной модели и критериального аппарата осуществлялась в рамках педагогического эксперимента, в котором использовался комплекс методов: включенное наблюдение за процессом групповой проектной работы, анализ продуктов деятельности (итоговых проектных отчетов и презентаций), а также анкетирование, направленное на выявление самооценки сформированности компетенций. Выборку составили студенты 3-4 курсов направления подготовки 42.03.01 «Реклама и связи с общественностью», обучающиеся в Рязанском государственном университете имени С.А. Есенина по профилю «Реклама и связи с общественностью в социокультурной сфере». Студенты были разделены на две группы: контрольную (КГ) – 3 курс, 23 человека и экспериментальную (ЭГ) группу– 4 курс, 24 человека. Участники КГ выполняли традиционные курсовые проекты, в то время как в ЭГ работа была организована в строгом соответствии с моделью «Исследовательский контур». Основным инструментом измерения выступила разработанная критериальная матрица.

Обсуждение результатов показало статистически значимые различия между группами. Количественные данные, обработанные с помощью U-критерия Манна-Уитни, зафиксировали выраженную положительную динамику в ЭГ. Наиболее существенный рост (на 40-60% по сравнению с исходным срезом и итогами КГ) был отмечен по таким комплексным критериям, как «интерпретативность» и «рефлексивность». Качественный анализ проектных отчетов подтвердил эти результаты: в работах ЭГ системно присутствовали обоснованные рекомендации, базирующиеся на данных, критический анализ ограничений использованных источников информации и методик, а также активное и корректное применение цифровых инструментов аналитики. В отличие от этого, в отчетах КГ преобладало формальное, часто нефункциональное перечисление стандартных методов (опрос, контент-анализ) без их увязки с конкретными проектными задачами и этапами.

Следует отметить выявленные ограничения исследования. Эффективная реализация модели требует от образовательной организации обеспечения доступа к профессиональному, зачастую коммерческому программному обеспечению (системы медиамониторинга, аналитические платформы), что может стать ресурсной преградой. Кроме того, методика предъявляет высокие требования к роли преподавателя, который должен выступать не в качестве лектора, а в качестве ментора-консультанта, сопровождающего сложный исследовательско-проектный процесс, что существенно увеличивает педагогическую нагрузку.Как справедливо отмечает Е.Э. Шишлова, успешность реализации педагогических инноваций напрямую зависит от уровня профессиональной самоэффективности преподавателя, то есть его уверенности в способности организовать деятельность в новых, нестандартных условиях [6, С. 107-108]. Следовательно, внедрение комплексной модели «Исследовательский контур», сопряженное с высокой методической и психологической нагрузкой на преподавателя-ментора, может столкнуться с критическим барьером в случае недостаточной сформированности данной личностно-профессиональной характеристики.

Апробация модели «Исследовательский контур PR-проекта» подтвердила свою эффективность как инструмента преодоления разрыва между теоретическим знанием и практическим применением исследовательских процедур. Как обосновывают А.А. Симонова и В.П.Шалаев [7, С. 158-160], цифровая трансформация представляет собой системный фактор, изменяющий саму парадигму формирования исследовательской компетенции, ключевой задачей в которой становится подготовка субъекта критической работы с данными.Системная

интеграция доказательных методов в структуру проектной деятельности позволяет сформировать у будущих PR-специалистов устойчивый навык работы с данными как основным ресурсом для принятия профессиональных решений, что в полной мере отвечает запросам современной коммуникационной индустрии.

Заключение

Проведенное исследование обосновало и апробировало педагогическую модель «Исследовательский контур PR-проекта», призванную решить ключевое противоречие в подготовке специалистов по связям с общественностью. Это противоречие заключается в несоответствии между объективной потребностью индустрии в data-driven специалистах, владеющих доказательным подходом на всех этапах проекта, и фрагментарным, оторванным от практики характером формирования исследовательских компетенций в традиционной системе образования.

Разработанная модель предлагает системное решение через прямую интеграцию обязательных исследовательских подэтапов в каждый этап стандартного проектного цикла (например, RACE). Это обеспечивает целостное и контекстуальное освоение профессиональных действий:

- Research (Исследование): Эмпирический анализ данных (PEST-SWOT на основе медиамониторинга и bigdata).
- Action (Планирование): Операционализация целей в KPI и проверка гипотез с помощью инструментов веб-аналитики.
- Communication (Реализация): Претестирование концепций (A/B-тесты) и оперативный мониторинг обратной связи для корректировок.
- Evaluation (Оценка): Комплексная оценка эффективности (ROI, KPI) и формирование аналитического отчета.

Эмпирическая апробация модели в рамках педагогического эксперимента подтвердила ее эффективность. Студенты экспериментальной группы, обучавшиеся по модели «Исследовательский контур», продемонстрировали статистически значимо более высокие результаты по ключевым критериям (адекватность, технологичность, интерпретативность, рефлексивность) по сравнению с контрольной группой. Особенно заметен рост в способности к глубокой интерпретации данных и критической рефлексии, что свидетельствует о формировании именно исследовательской компетенции, а не механического навыка.

Практическая значимость модели заключается в повышении конкурентоспособности выпускников, которые приобретают устойчивый навык работы с данными как основой для принятия решений. Однако успешное внедрение модели имеет ряд условий и ограничений: необходимость обеспечения доступа к профессиональному программному обеспечению (системы аналитики, медиамониторинга); коренное изменение роли преподавателя, который должен стать ментором-консультантом, что существенно увеличивает педагогическую и методическую нагрузку; зависимость успеха от уровня профессиональной самоэффективности преподавателей, их готовности к работе в новой парадигме.

Таким образом, исследование доказывает, что предложенная модель является эффективным инструментом для преодоления разрыва между теорией и практикой, формирования у будущих PR-специалистов целостной, востребованной индустрией исследовательской компетенции в условиях цифровой трансформации коммуникаций.

Перспективы дальнейших исследований видятся в адаптации данной модели к различным образовательным контекстам и разработке программ поддержки для преподавателей, реализующих этот ресурсоемкий, но необходимый подход.

Библиографический список

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 08.06.2017 № 512 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью" (Зарегистрирован 29.06.2017 № 47220).
2. Приказ Минтруда России от 04.08.2014 N 535н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по продвижению и распространению продукции средств массовой информации» (Зарегистрировано в Минюсте России 04.09.2014 N 33973).
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 19 июля 2022 г. № 420н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по информационным ресурсам».
4. Вартанова Е.Л., Дунас Д.В. (ред.) Цифровая медиасреда и коммуникационные исследования: новые парадигмы, методы, практики. – М.: МедиаМир, 2023. – 346 с.
5. Маркова С.М., Невзорова З.Н. Критериальное оценивание сформированности исследовательской компетентности студентов в проектной деятельности // Педагогика и психология образования. – 2022. – № 2. – С. 148-161.
6. Шишлова, Е. Э. Самоэффективность преподавателя высшей школы в условиях социокультурной модернизации образования / Е. Э. Шишлова // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 2(105). – С. 106-109. – DOI 10.24412/1991-5497-2024-2105-106-109. – EDN IJKAEW.
7. Симонова А.А., Шалаев В.П. Формирование исследовательской компетенции студентов в условиях цифровизации образования // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 5. – С. 153-165.

УДК 621.391; ГРНТИ 14.27

РОЛЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ "ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ФОРМИРОВАНИИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

С.В. Асекритова

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, Российская Федерация, Рыбинск, Ярославская область, svetlana.asekritova@mail.ru

Аннотация. Пилотный проект "Фундаментальные дисциплины", который с 1сентября 2024 года реализуется в вузах, где функционируют «Передовые инженерные школы», направлен на улучшение качества и модернизацию методики преподавания данных дисциплин, на дифференциацию обучения. В статье рассмотрена роль дисциплины "Инженерная и компьютерная графика", входящей в перечень фундаментальных дисциплин, в формировании будущих инженерных кадров. Упор сделан на использование гибридных методов обучения с внедрением современных информационных технологий САПР.

Представлены разные формы работы с учащимися школ (будущими абитуриентами) и студентами по развитию навыков визуально-пространственного интеллекта и вовлечению наиболее талантливых из них уже на первом курсе в квазипрофессиональную деятельность.

Ключевые слова: фундаментальные дисциплины, инженерная и компьютерная графика, визуально-пространственный интеллект, моделирование в САПР КОМПАС-3D.

THE ROLE OF THE FUNDAMENTAL DISCIPLINE "ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS" IN THE DEVELOPMENT OF FUTURE ENGINEERING PERSONNEL

S.V. Asekritova

Rybinsk State Aviation Technical University named after P.A. Solovyov, Rybinsk city, Yaroslavl region,svetlana.asekritova@mail.ru

The summary. The "Fundamental Disciplines" pilot project, which has been implemented at universities with Advanced Engineering Schools since September 1, 2024, aims to improve the quality and modernize teaching methods for these disciplines and differentiate learning. This article examines the role of "Engineering and Computer Graphics," a fundamental discipline, in developing future engineering professionals. Emphasis is placed on the use of hybrid teaching methods with the integration of modern CAD information technologies.

Various approaches to working with school students (future applicants) and undergraduate students to develop visual-spatial intelligence skills and engage the most talented students in quasi-professional activities as early as their first year are presented.
Keywords: fundamental disciplines, engineering and computer graphics, visual-spatial intelligence, modeling in KOMPAS-3D CAD system.

Город Рыбинск с XVIII века сохраняет статус крупного производственного промышленного центра Ярославской области, в котором на сегодняшний день функционируют более 40 высокотехнологичных предприятий. Несмотря на то, что техническое образование в Рыбинске насчитывает более 120 лет, современная реальность требует от инженера XXI века, чтобы его профиль знаний и компетенций постоянно расширялся и он приходил на производство универсальным специалистом, умеющим работать с любой технологией.

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, наряду с другими техническими вузами России, активно переходит на подготовку инженеров с навыками цифрового производства, работы с современным оборудованием и программным обеспечением. В тоже время, при формировании современного образовательного пространства мы должны отталкиваться от единого фундамента. На это обратил внимание Президент РФ Владимир Путин, выступая 29 февраля 2024 года с Посланием Федеральному Собранию РФ: "Профессиональные основы будущего специалиста закладываются на первых курсах, где преподаются фундаментальные дисциплины" [1]. К ним относится дисциплина "Инженерная и компьютерная графика", без которой невозможно последующее освоение профессиональных и специальных дисциплин.

В 2019 году дисциплина "Черчение" была исключена из школьной программы как отдельный предмет, и как следствие, из образования школьников исчезла полноценная графическая подготовка. Обучение свелось к редким факультативным часам или отдельным урокам в рамках предмета "Технология". После того, как Президент РФ Владимир Путин поручил правительству "Обеспечить начиная с 2024/25 учебного года освоение основ черчения лицами, обучающимися по образовательным программам основного общего образования, а также изучение учебного курса "Черчение" на уровне среднего общего образования лицами, обучающимися по технологическому (инженерному) профилю" [2], с 1 сентября 2024 года в школах должны были официально начать преподавать азы черчения в рамках учебной дисциплины "Труд (технология)" с 5 класса. Специалистами Института содержания и методов обучения (ИСМО, Москва) были разработаны методические рекомендации по реализации модуля «Компьютерная графика. Черчение» и рабочая программа курса внеурочной деятельности "Компьютерное проектирование. Черчение".

При всей актуальности курса осталась главная проблема – кадры. В школах исчезли педагоги черчения, а новая система подготовки и переподготовки учителей, готовых преподавать в новых реалиях современных информационных технологий отсутствует. Поэтому вопросами ликвидации пробелов в школьном геометро-графическом образовании вынуждены заниматься преподаватели вузов в рамках обучения графическим дисциплинам. Особенно это актуально для студентов, получающих инженерное образование.

Для оценки уровня графической грамотности принято использовать десятибалльную шкалу [3]. 70% учащихся, из числа первокурсников, приступают к изучению вузовской дисциплины "Инженерная и компьютерная графика" чаще всего с нуля, их знакомство с графическими изображениями ранее происходило на уровне литературных источников. Среди них встречаются "счастливчики", достигшие 1-2 уровня (начинающего). Это выпускники школ, которые в рамках школьного курса "Технология" приобретали разрозненные знания, не дающие никаких практических навыков работы с чертежом. На таких уроках изображения создавались не путём изучения метода построения проекций, а с помощью обрисованных на бумаге контуров деревянных моделей. Неудивительно, что немалая часть первокурсников испытывает колоссальные трудности при изучении графических дисциплин. Поэтому, пре-

подаватели вынуждены искать новые формы и приёмы обучения, чтобы компенсировать этот недостаток школьного образования и в короткие сроки подтянуть уровень студентов-первокурсников к нормам.

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, как базовый региональный инженерный вуз, всячески поддерживает Программу импортозамещения, которая создала огромный спрос на технических специалистов и заинтересован в абитуриентах, имеющих способности к точным наукам, обладающих логическим мышлением и пространственным воображением. Т.к. путь к инженерной профессии начинается ещё со школьной скамьи, а пространственное мышление – навык приобретенный и поддающийся развитию, визуально-пространственный интеллект необходимо формировать ещё в школе, что при отсутствии уроков черчения практически невозможно. Поэтому в РГАТУ имени П.А. Соловьёва существует ряд профориентационных программ и образовательных проектов для учащихся 5-11 классов, в том числе направленных на формирование графической грамотности.

Одна из них "Тренинг навыков визуально-пространственного интеллекта", который начинается с диагностики уровня развития пространственного мышления с помощью методики С. Ванденберга и А.Р. Кьюзе. Затем школьники разбираются с геометрическим головоломкам и учатся решать задачи, направленные на поиск взаимосвязи между разными объектами. Отдельная тема посвящена выполнению заданий, которые демонстрируют зависимость однозначности чертежа от количества заданных видов предмета [4]. На рисунке 1 представлены задачи, доказывающие необходимость построения трёх видов предмета для определения его формы, а также демонстрирующие применение дополнительных изображений, в частности разрезов, обеспечивающих полное и однозначное представление о предмете. Данная методика разрабатывалась с привлечением учащегося 10 класса СОШ №32 города Рыбинска Романова Михаила, участника научно-образовательного проекта «Интеллектуальный реактор». Это ещё один формат графической подготовки школьников в рамках которого они приобретают также навыки 3D-моделирования в САПР. Актуальность такой формы обучения состоит прежде всего в том, что выявляются и раскрываются таланты обучающихся в проектной деятельности, развивается их пространственное и конструкторское мышление, они учатся мыслить как будущие инженеры.

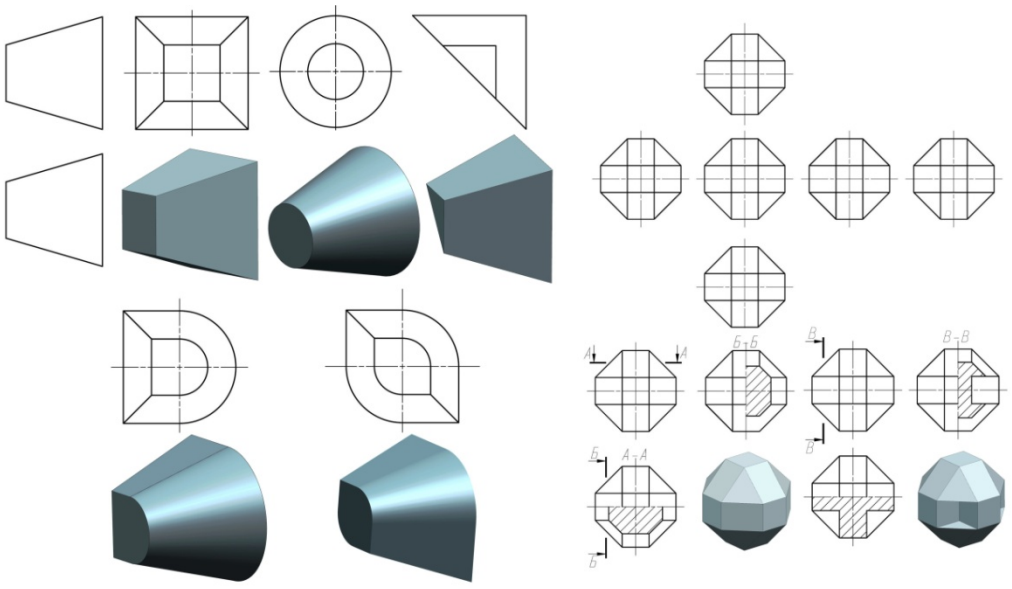


Рис.1. Варианты представления формы предмета по заданным неполным изображениям

На рисунке 2 представлена работа ещё одного участника проекта «Интеллектуальный реактор» учащегося 10 класса Воронова Прохора по разработке комплекта 3D-моделей инженерно-чертёжных инструментов, используемых для проектно-конструкторской деятельности. Тема выбрана не случайно, так как автор проекта планирует своё будущее связать с проектно-конструкторской деятельностью. Результаты работы используются в качестве демонстрационного материала в лекциях об истории инженерно-чертёжных инструментов.



Рис. 2. Школьный проект по разработке комплекта 3D-моделей инженерно-чертёжных инструментов, используемых для проектно-конструкторской деятельности

Организация обучения студентов 1 курса с разным уровнем геометро-графической культуры требует создания для каждого обучающегося индивидуальной собственной образовательной траектории. При получении инженерного образования фундаментом для развития технического мышления служит начертательная геометрия. "Никто не утверждает, что начертательная геометрия только лишь учит пространственному представлению, она развивает это качество, заложенное при рождении человека. При решении задач по начертательной геометрии формируется умение пространственного виденья объектов, т.к. студент постоянно пытается представить геометрические образы, что в дальнейшем облегчает специалисту (инженеру, конструктору, дизайнеру) мысленное моделирование любого объекта" [5]. Трудности при изучении довольно сложной дисциплины "Начертательная геометрия" очевидны, а отсутствие школьного графического образования создаёт для студентов дополнительные проблемы. И здесь на помощь преподавателю приходят современные информационные технологии, в частности САПР, как уникальный инструмент визуализации трёхмерных объектов.

Например, заданный на комплексном чертеже определитель поверхности "гиперболоид вращения" (рис.3,а) в отличие от поверхности «сфера» не обладает явной степенью визуализации, пока не построен каркас поверхности (рис.3,б). Но, именно эта неопределённость и сбивает столку некоторых студентов, которые не в состоянии представить, как должна выглядеть в итоге сконструированная поверхность. В то же время, используя инструменты САПР, задавая условие задачи с помощью точек в системе координат, можно легко получить визуализированную 3D-модель гиперболоида вращения (рис.3,в).

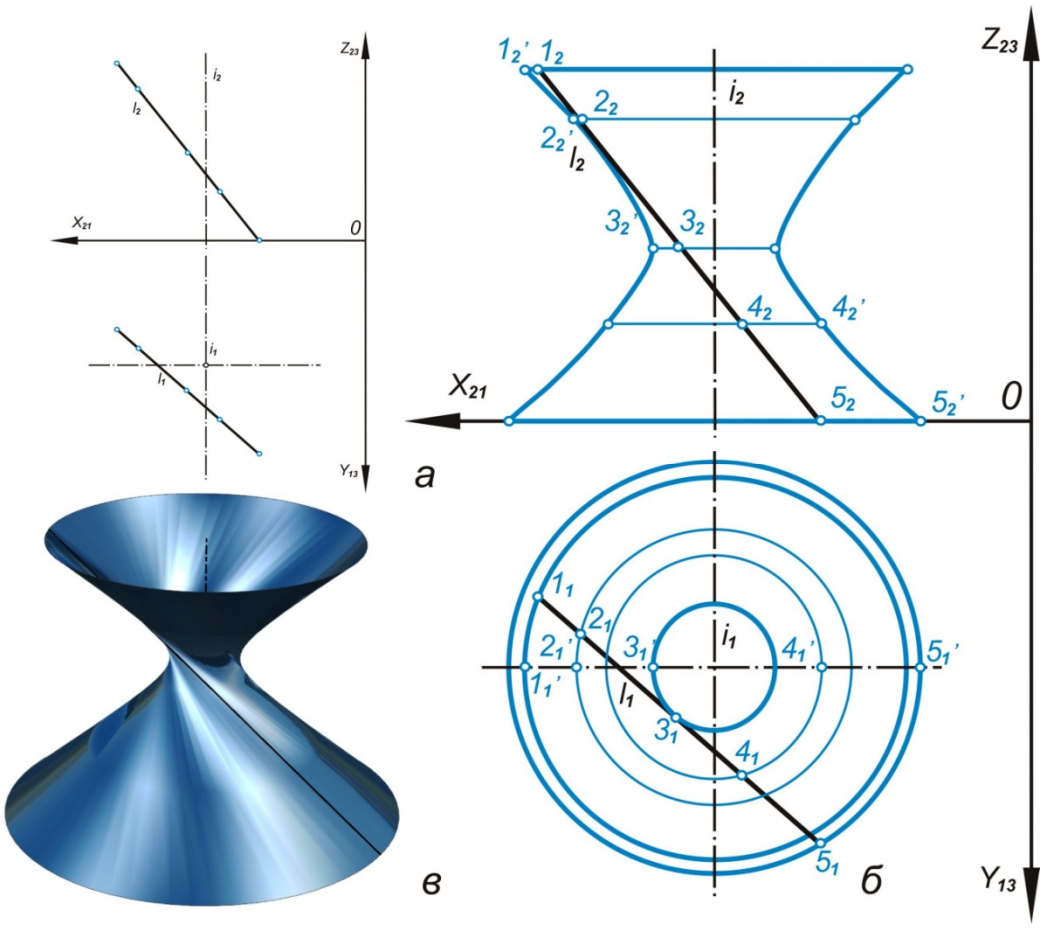


Рис.3. Конструирование поверхности гиперболоид вращения

Очевидно, что трёхмерная модель имеет преимущество перед 2D-изображением, поскольку создает более полное представление об объекте. Конечно, это не подменяет изучения алгоритма и ручного построения поверхности, ведь любая CAD является прикладным пакетом, но, для некоторых студентов это уникальная возможность заранее представить форму поверхности.

Подобным образом можно контролировать процесс построения пересечения поверхностей и, конечно, решение метрических задач способами преобразования чертежа. Такой комбинированный метод освоения начертательной геометрии позволяет избежать студентам некоторых ошибок и быстрее осваивать материал некоторых разделов начертательной геометрии, а в последствии грамотно разрабатывать конструкторскую документацию. Ведь плоский чертеж статичен, а модель можно поворачивать и изучать с любой точки, меняя масштаб просмотра по своему желанию, что несомненно является одним из преимуществ трёхмерного моделирования.

Постоянная дифференциация обучения должна быть направлена на выявление наиболее талантливых и ответственных студентов, чьи успехи в 3D-моделировании наиболее заметны. Их целесообразно привлекать к проектно-конструкторской деятельности уже на первом курсе. Проявить себя как начинающий инженер и приобрести собственный практический опыт студенты могут участвуя в совместных коммерческих проектах с машиностроительными предприятиями города, например по разработке новых приспособлений и оцифровке чертежей реальных деталей и сборок (рис.4). Таким образом, уже в первый год обучения первокурсники имеют возможность непосредственно погрузиться в квазипрофессиональную деятельность.

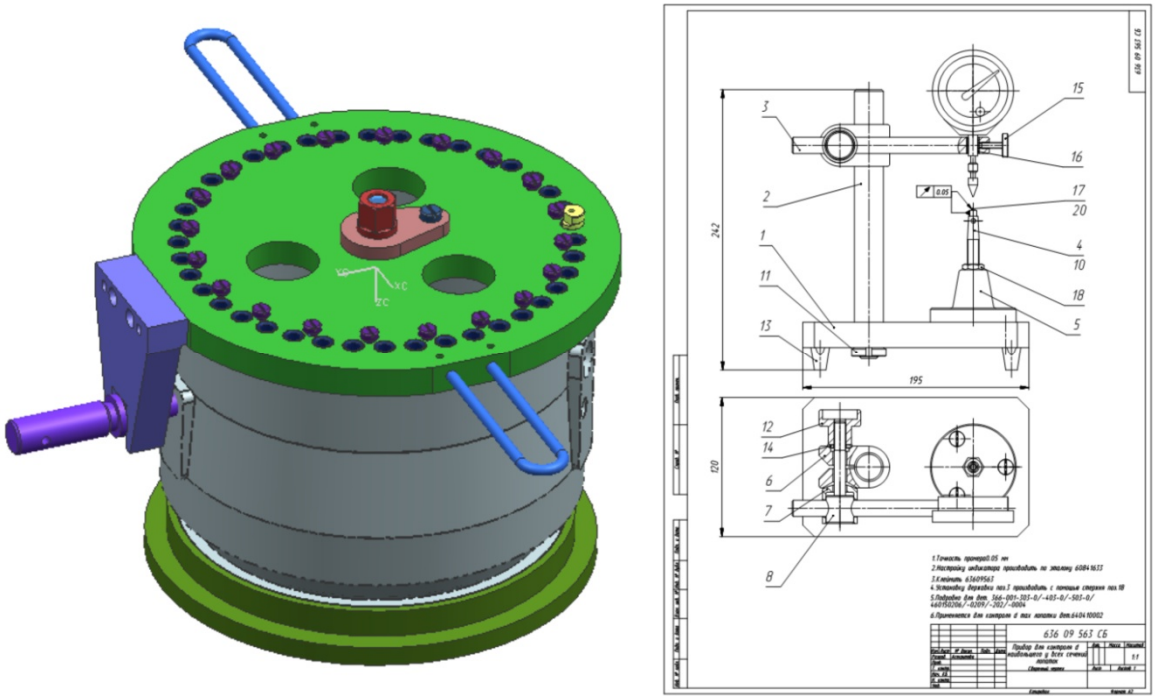


Рис. 4. Электронная 3D-модель вновь разработанного приспособления и оцифрованный электронный сборочный чертёж существующей сборки

Фундаментальные дисциплины формируют теоретическую основу прикладных инженерных наук, тем самым уже с первого курса у студентов закладываются профессиональные основы будущего специалиста. В тоже время, компетенции, приобретаемые при изучении курса "Инженерная и компьютерная графика", в свою очередь являются базовыми для других фундаментальных дисциплин, таких как "Прикладная механика" и "Сопромат".

Библиографический список

1. Послание Президента Федеральному Собранию от 29 февраля 2024 г. // Официальный сайт Президента России.

2. Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания Президиума Государственного Совета Российской Федерации от 4 апреля 2023 г. № Пр-1118ГС, п.2д // Официальный сайт Президента России.

3. Кострюков А. В., Семагина Ю. В. Геометро-графический язык как основа организации учебного процесса при формировании графической культуры студента вуза // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 5 (май). – С. 28–39. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://e-koncept.ru/2018/181027.htm– Дата доступа: 29.01.2026.

4. Асекритова С.В. Форматы развития навыков визуально-пространственного интеллекта учащихся с использование САПР КОМПАС 3D. //Современные технологии в науке и образовании- СТНО-2025: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. Форума: в 10 т. Т.10/ под общ.ред. О.В. Миловзорова.- Рязань: Рязан. Гос. Радиотехн. Ун-т, 2025. С. 27-31. – С.6-11.

5. Романова, С. В. Роль начертательной геометрии в становлении развития мышления будущего инженера / С. В. Романова, Н. А. Атепаева // Современные проблемы машиностроения: сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 26-30 октября 2020 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. Е. Н. Пашкова. –2020. – С. 276-277.

УДК 004.93'2; ГРНТИ 14.35.13

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ПЛАТФОРМЕ 1С

Т.А. Дмитриева, В.В. Тишкина, А.В. Моисеев
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, Dmitrieva.tatiana.al@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлена разработанная преподавателями кафедры вычислительной и прикладной математики РГРТУ методика подготовки студентов к олимпиадам по программированию на платформе 1С, которая подтверждена многолетними успешными выступлениями студентов на олимпиадных соревнованиях.
Ключевые слова: олимпиада, 1С, платформа, программирование, методика подготовки.

METHODOLOGY FOR PREPARING STUDENTS FOR PROGRAMMING OLYMPIADS ON THE 1C PLATFORM

T.A. Dmitrieva, V.V. Tishkina, A.V. Moiseev
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, Dmitrieva.tatiana.al@gmail.com

The summary. This paper presents a methodology for preparing students for programming Olympiads on the 1C platform, developed by teachers of the Department of Computational and Applied Mathematics of RGRTU, which is confirmed by many years of successful performances of students in Olympiad competitions.
Keywords: Olympiad, 1C, platform, programming, training methods.

Введение

Современное информационное общество предъявляет повышенные требования к качеству подготовки специалистов в области информационных технологий. В условиях цифровой трансформации предприятий и организаций спрос на квалифицированных разработчиков, способных решать сложные практические задачи автоматизации и информатизации, остается критически высоким. Однако традиционные подходы к преподаванию программирования зачастую ограничиваются теоретическим освещением материала и не обеспечивают достаточного практического погружения в специализированные технологии реального сектора экономики.

Платформа «1С:Предприятие» занимает доминирующую позицию на рынке российского корпоративного программного обеспечения. Эффективное овладение навыками разработки на данной платформе становится конкурентным преимуществом для выпускников технических вузов. Существует явная потребность в методологиях обучения, которые объединяют глубокие теоретические знания в области алгоритмов и структур данных с практическими навыками разработки в специализированных средах.

Олимпиады по программированию исторически служили мотивирующим инструментом развития компетенций студентов. Международная олимпиада по программированию на платформе «1С:Предприятие» представляет собой уникальную возможность для демонстрации способности решать нестандартные, практически значимые задачи в условиях ограничений по времени и ресурсам [1].

Таким образом, актуальность данной работы обусловлена следующими факторами:

– необходимостью разработки эффективных методик подготовки студентов к международным олимпиадам;

– потребностью индустрии в высококвалифицированных специалистах, владеющих практическими навыками разработки на актуальных платформах;

– недостаточностью существующих подходов в обеспечении тесного взаимодействия между университетом и бизнесом в процессе обучения;

– необходимостью разработки инновационных педагогических технологий, интегрирующих образовательный и карьерный компоненты.

Описание проблемной области и постановка задачи

Подготовка студентов к олимпиадам по программированию в вузе сталкивается с рядом значительных проблем.

1. Разрыв между теорией и практикой. Традиционные курсы программирования и математики часто преподаются изолированно от практических применений. Студенты хорошо знают основы теории, но испытывают трудности в применении этих знаний к специализированным платформам и нестандартным задачам.

2. Отсутствие специализированной направленности. Вузовское образование обычно носит универсальный характер, тогда как работодатели требуют владения конкретными технологиями и платформами. Студенты не получают достаточного опыта работы с актуальными для рынка труда инструментами.

3. Низкая мотивация и отсутствие видимых карьерных перспектив. Участие в олимпиадах часто воспринимается студентами как абстрактное занятие, оторванное от реальной практики. Отсутствуют четкие связи между олимпиадными успехами и карьерными возможностями.

4. Организационные трудности при внедрении в учебный процесс. Интеграция подготовки к олимпиадам в регулярный учебный план требует координации со множеством дисциплин, переработки программ и переподготовки преподавательского состава.

5. Недостаточность межинституционального партнерства. Большинство вузов не имеют систематизированного взаимодействия с компаниями-разработчиками ПО, что лишает образовательный процесс связи с реальным производством.

На основе выявленных проблем сформулирована следующая исследовательская задача: разработать и апробировать комплексную, системно интегрированную методику подготовки студентов к олимпиадам по программированию на платформе «1С:Предприятие», которая:

– синтезирует фундаментальные знания в области математики, алгоритмов и структур данных с практическими навыками разработки;

– обеспечивает эффективное взаимодействие между образовательным учреждением и индустриальными партнерами;

– создает устойчивую мотивацию через видимые промежуточные результаты и карьерные перспективы;

– формирует специальный навык «олимпиадного мышления» – способность находить эффективные и творческие решения в условиях жестких ограничений;

– систематически развивает компетенции, непосредственно применяемые на профессиональном рынке труда.

Методика подготовки студентов

Предложенный подход содержит следующие инновационные элементы.

1. Методология «Восхождение от частного к целому». В отличие от традиционных моделей, которые начинают с введения обобщенных концепций, предлагаемая система организует обучение через последовательное расширение практического опыта: от создания простейшей конфигурации «с нуля» до решения сложнейших олимпиадных задач. Такой подход, именуемый «Конфигурация с нуля», обеспечивает глубокое понимание взаимосвязей между фундаментальными объектами платформы (документы, справочники, регистры, отчеты).

2. Прикладное изучение алгоритмов. Инновационность заключается в немедленной привязке каждого изучаемого алгоритма к реальным задачам разработчика на платформе «1С:Предприятие». Вместо абстрактного изучения алгоритмов сортировки, студент сразу же применяет их для упорядочивания справочников и документов. Это формирует не только теоретическую грамотность, но и практическое мастерство.

3. «Мышления победителя» через «live coding». Особый вклад представляет разработанная и апробированная методология обучения через «live coding» с пошаговым комментированием мыслительного процесса. Преподаватель или приглашенный эксперт демонстрирует не просто решение задачи, но всю технологию решения: анализ условия, выявление ловушек, создание черновика, тестирование, оптимизацию. Это позволяет студентам воспроизводить четкую, систематическую методику.

4. Трансформация архивов в интерактивные базы знаний. Традиционно решения прошлых олимпиадных задач хранятся как статические материалы. Новизна предлагаемого подхода заключается в их интерпретации как активной базы знаний для критического анализа: студенты не просто учат готовые решения, а анализируют их качество, эффективность, альтернативные подходы, развивая тем самым критическое мышление.

5. Интегрированная модель партнерства с бизнесом. Вместо периодического привлечения специалистов для одноразовых лекций предлагается комплексная система взаимодействия: регулярные мастер-классы практиков, реальные кейсы и проектные задачи, хакатоны, демонстрация карьерных траекторий выпускников. Это создает не просто мотивацию, но экосистему развития.

6. Система промежуточных достижений. Оригинальным является введение «промежуточных финишей» в процесс олимпиадной подготовки: участие в конкурсе мобильных приложений, профориентационных мероприятиях, региональных турах. Каждый такой этап служит мотивирующей точкой, позволяя студентам видеть прогресс и прикладную значимость своих усилий.

Архитектура образовательной программы

Система подготовки строится на трехуровневой архитектуре.

Уровень 1, фундаментальная база (3 курс, 1 семестр): введение в платформу «1С:Предприятие» и ее базовые механизмы; изучение архитектуры платформы, метаданных, основных объектов; создание простейшей конфигурации с нуля для закрепления понимания жизненного цикла объектов; проработка взаимосвязей между документами, справочниками и регистрами.

Уровень 2, практическое программирование (3 курс, 2 семестр): углубленное изучение разработки: запросы, отчеты, оптимизация; освоение встроенного языка платформы с акцентом на качество и производительность; применение алгоритмов и структур данных к специфическим задачам платформы; подготовка к решению олимпиадных задач.

Уровень 3, олимпиадная подготовка (внеаудиторная деятельность): систематические практикумы с разбором задач прошлых лет; тренировочные соревнования в условиях, имитирующих олимпиаду; развитие навыков скоростной отладки и оптимизации; участие в официальных региональных турах и в финалах, в случае демонстрации высоких результатов.

Ключевые компоненты методики

Мастер-класс по мобильной разработке. В начале 1 семестра проводится интенсивный однодневный мастер-класс, целью которого является быстрое погружение студентов в практические возможности платформы. Студенты самостоятельно создают функциональное мобильное приложение, демонстрирующее кроссплатформенность «1С:Предприятия». Резуль-

тат: формирование первичных практических навыков и мотивация для углубленного изучения.

Проектная деятельность. Параллельно основному обучению студенты участвуют в разработке собственных мобильных приложений для решения актуальных бизнес-задач. Проекты проходят конкурсный отбор на региональном уровне, что обеспечивает видимость результатов и признание в профессиональном сообществе.

Открытые лекции-мастер-классы. Специалисты кафедры и приглашенные практики проводят разбор олимпиадных задач прошлых лет, демонстрируя эффективные подходы и типичные ошибки. Особое внимание уделяется методике анализа задачи и планированию решения.

Регулярные практикумы олимпиадного формата. Еженедельные или двухнедельные практикумы проводятся в строгих условиях, имитирующих реальную олимпиаду: ограничение по времени, ограниченный доступ к подсказкам, обязательное выполнение всех требований. Это формирует привыкание к давлению и развивает устойчивый навык.

Взаимодействие с партнером-франчайзи (ГК «Промавтоматика»). Многолетнее партнерство с компанией [2] обеспечивает: приглашение практиков для разбора сложных кейсов; организацию мероприятий и совместных проектных сессий; предоставление реальных бизнес-задач для тренировки; демонстрацию карьерных траекторий выпускников; возможность стажировок и трудоустройства победителей.

Матрица компетенций

Система направлена на формирование следующих компетенций (табл. 1) [3].

Таблица 1. Матрица компетенций

Компетенция	Методика развития	Уровень овладения
Понимание архитектуры платформы	Практика «Конструктор с нуля»	Глубокое
Применение алгоритмов в специфической среде	Прикладное изучение с немедленной привязкой	Применительно к задачам платформы
Оптимизация кода и производительность	Анализ и тестирование в условиях больших объемов данных	Профессиональный
Скоростная отладка	Практикумы с ограничением времени	На уровне автоматизма
Системное мышление	Разбор комплексных бизнес-кейсов	Стратегический уровень
Творческое решение проблем	«Live coding», анализ альтернативных подходов	Развитие инновационного потенциала

Основные результаты работы

Разработанная система была апробирована в РГРТУ в течение пятилетнего периода (2021–2025 годы). Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предложенной методики.

Результаты РГРТУ на финальном туре международной олимпиады по программированию на 1С за последние пять лет (2021–2025 гг.):

2021 г.: абсолютный победитель Александр Козлов;

2022 г.: абсолютный победитель Анна Торжкова;

2023 г.: III место Анна Торжкова;

2024 г.: победитель Александр Харитонов; призёр – Алексей Рогатин;

2025 г.: победитель Александр Харитонов; призёр – Никита Шапошников.

На основе анализа деятельности выпускников и текущих студентов установлено, что система обеспечивает:

– практическое мастерство – выпускники способны самостоятельно разрабатывать конфигурации среднего уровня сложности, опираясь исключительно на собственное понимание архитектуры платформы;

– алгоритмическое мышление – студенты демонстрируют способность видеть алгоритмические основы в практических задачах и находить эффективные решения, оптимизируя код и производительность;

– адаптивность – выпускники быстро адаптируются к новым версиям платформы и расширениям, поскольку глубоко понимают принципы ее функционирования, а не просто знают синтаксис;

– профессиональная востребованность – 85% выпускников, прошедших полный цикл подготовки, трудоустроены в первый год после выпуска, преимущественно в компании-партнеры или крупные ИТ-организации.

Непосредственные практические результаты

Для студентов: получение конкурентного преимущества на рынке труда, практических навыков разработки на актуальной платформе, карьерных перспектив.

Для вуза: повышение репутации через олимпиадные победы, улучшение трудоустройства выпускников, расширение партнерской сети.

Для индустрии: получение выпускников, готовых к решению практических задач с первых дней работы, снижение затрат на их подготовку.

Для образовательной системы: демонстрация жизнеспособности модели интеграции высшего образования и бизнеса.

Выводы

В статье представлена интегрированная система обучения, сочетающая фундаментальные знания, практические навыки и взаимодействие с индустрией, демонстрирующая высокую эффективность в подготовке студентов к олимпиадам и к профессиональной деятельности в сфере информационных технологий. Ключевым фактором успеха является системная архитектура обучения, когда каждый компонент (лекции, практикумы, проекты, внешние мероприятия) четко позиционирован и связан с другими для достижения единых целей развития компетенций.

Показано, что формирование "олимпиадного мышления" требует специальных методик, прежде всего методики «live coding» с пошаговым комментированием, которая позволяет студентам усвоить не результат, а технологию решения проблем.

Сделан вывод о том, что партнерство между вузом и бизнесом – это не периферийный компонент, а центральный элемент современного инженерного образования, обеспечивающий связь образования с практикой и мотивирующий студентов к достижению результатов.

Визуализация промежуточных достижений и карьерных перспектив существенно повышает мотивацию студентов к глубокому обучению и личностному развитию.

В качестве дальнейших направлений развития можно рассмотреть следующие. Расширение географии применения: создание сетевой программы подготовки, объединяющей несколько вузов и партнеров, с целью обмена опытом, ресурсами и проведения совместных мероприятий. Развитие цифровой платформы обучения: разработка интерактивной онлайн-платформы, содержащей все методические материалы, задачи, решения с комментариями, возможность удаленного участия в практикумах и взаимодействия с экспертами [4]. Интеграция с системой непрерывного образования: создание программ повышения квалификации

и профессиональной переподготовки, позволяющих специалистам из индустрии систематически совершенствовать свои навыки и оставаться в курсе последних разработок.

Библиографический список

1. Опыт подготовки к соревнованиям по программированию на платформе «1С:Предприятие»: практики и методики Рязанского государственного радиотехнического университета / Международная научно-практическая конференция Новые информационные технологии в образовании 2026: Экосистема 1С: формирование профессиональных компетенций будущего для цифровой трансформации [Электронный ресурс]. – https://educonf.1c.ru/conf2026/thesis/17532/ – Дата обращения: 16.02.2026.

2. Кузьменко А.А., Шкаберин В.А., Сканцев В.М. и др. Система управления построением индивидуальных образовательных траекторий в пространстве «вуз-предприятие» / Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2025. № 92.

3. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Бодров О.А. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2023. № 84. С. 119-132.

4. Щенёва Ю.Б. Алгоритм многокритериального анализа данных для систем поддержки принятия решений // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2025. № 92. С. 203-213.

УДК 37.022; ГРНТИ 14.15.07

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Н.А. Копылова*, О.В. Железнякова**

**Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Россия, Москва, nakopylova@yandex.ru,*

***Белорусский государственный университет иностранных языков, Республика Беларусь, Минск*

Аннотация. Рассмотрено понятие искусственного интеллекта, типы искусственного интеллекта, которые могут применяться в преподавании иностранного языка, в том числе и в техническом вузе. Представлены ИИ-инструменты для изучения иностранных языков, специализированные платформы для преподавателей, которые способствуют качественному усвоению иностранных языков. Преимущества и недостатки ИИ даются в статье.

Ключевые слова: искусственный интеллект, типы искусственного интеллекта, иностранный язык, ИИ-инструменты.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING AT A TECHNICAL UNIVERSITY

N.A. Kopylova*, O.V. Zheleznyakova**

**National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Russia, Moscow, nakopylova@yandex.ru,*

*** Belarusian State University of Foreign Languages, Republic of Belarus, Minsk*

Abstract. This article examines the concept of artificial intelligence and the types of artificial intelligence that can be used in foreign language teaching, including at a technical university. AI tools for learning foreign languages and specialized platforms for teachers that facilitate high-quality foreign language acquisition are presented. The advantages and disadvantages of AI are discussed in the article.

Keywords: artificial intelligence, types of artificial intelligence, a foreign language, AI tools.

Искусственный интеллект (ИИ) – это огромный «зонтичный» термин, используемый для описания всех видов действий, выполняемых компьютерами. На самом деле, в последние годы этот термин несколько злоупотребляется: то, что раньше называлось просто «программным обеспечением» или «алгоритмами», внезапно переименовывается в ИИ, потому

что это звучит более продвинуто. Единого объяснения того, как работает ИИ, не существует: есть много разных типов ИИ, например: большие языковые модели (LLM), такие как ChatGPT; сервисы транскрипции аудио; модели генерации изображений [4].

Большие языковые модели (LLM)

У таких сервисов, как ChatGPT, Microsoft Copilot и Google Gemini, есть одна общая черта: они основаны на больших языковых моделях (ChatGPT и Copilot – часто на одних и тех же).

LLM – это компьютерные программы, предназначенные для понимания и генерации человеческого языка. Их часто сравнивают с системами предиктивного ввода текста, которые вы можете использовать при наборе текстовых сообщений на своем смартфоне, потому что они предсказывают слова и предложения, которые должны следовать за ними. Им это удается за счет загрузки миллионов страниц текста из книг, газетных статей, веб-сайтов и других источников. Обрабатывая весь этот материал, LLM могут сделать весьма обоснованное предположение о том, как слова обычно сочетаются друг с другом.

Например, если мы напишем фразу «Январь – очень влажный и холодный...», большинство людей догадаются, что следующее слово – «месяц». Практически нигде в письменной литературе вы не найдете фразу «Январь – очень мокрый и холодный хомяк» – мы говорим «практически нигде», потому что это, вероятно, первый случай. Следовательно, ИИ способен предсказывать, какое слово последует дальше, основываясь на огромной базе данных шаблонов и связей, которые он собрал из обучающих данных.

Удивительно, но языковая модель делает это в значительной степени самостоятельно. Она учится читать и писать на различных языках, а инженеры-люди вносят исправления только в конце процесса. Первоначально это означало, что знания таких сервисов, как ChatGPT, ограничивались последним обновлением обучающих данных, а это означало, что вы часто получали ответы типа «Борис Джонсон – нынешний премьер-министр Великобритании» спустя долгое время после того, как он покинул свой пост. Теперь большинство чатботов имеют доступ к Интернету, а это значит, что они могут быть в курсе последних событий. С другой стороны, это означает, что они могут ошибаться, потому что все, что они «знают», – это то, что им сказали.

Большие языковые модели предоставляют широчайший спектр возможностей:

- Gemini (ранее Bard) – модель, способная генерировать связный текст. Ее функции включают: создание креативного контента, перевод, исследование и структурирование информации, академическую поддержку (помощь с домашними заданиями), редактирование текстов и даже написание кода.
- ChatGPT – одна из самых известных моделей от OpenAI, основанная на архитектуре Transformer. Она обучена на огромных массивах данных и способна вести диалог, понимать нюансы речи и генерировать экспертные ответы в режиме реального времени [2].

Сервисы транскрипции аудио

Некоторые из сервисов ИИ предлагают услуги аудиотранскрипции. Будь то возможность напрямую общаться с такими сервисами, как ChatGPT, или получить расшифровку вашего сообщения, ИИ может буквально понять, о чем вы говорите.

Эти сервисы работают примерно так же, как и LLM. ИИ разбивает аудио на основные звуковые единицы, называемые фонемами – звуки, такие как «у», «та» или «ш». Затем, используя свой обширный корпус обучающих аудиоданных, он может комбинировать эти фонемы, чтобы предсказать, какое слово было сказано.

В случаях, когда слова звучат похоже, ИИ может снова использовать вероятность, чтобы сделать обоснованное предположение о том, что имелось в виду. Например, предложение «my cat has black-and-white fur» («у моей кошки черно-белая шерсть») гораздо вероятнее, чем «my cat has black-and- right fur» («у моей кошки черно-правая шерсть»).

Опять же, эти сервисы не безупречны. Даже лучшие из этих сервисов допускают ошибки транскрипции, особенно при работе с необычными акцентами или редкой терминологией. Однако эти сервисы постоянно совершенствуются и сейчас могут идентифицировать и называть отдельных говорящих.

Модели генерации изображений

Одна из самых впечатляющих особенностей ИИ – это когда вы вводите простой текстовый запрос, например, «медведь лижет лапы», и на экране появляется картинка.

Все начинается примерно так же, как и с текстом и аудио – с огромного количества обучающих данных. ИИ обучается на миллионах изображений, помеченных текстовыми описаниями того, что на них изображено. Таким образом, после того, как ИИ увидит несколько тысяч изображений медведей, он начинает регистрировать характеристики внешнего вида медведя. Он знает, что медведь, скорее всего, будет одного из очень немногих цветов; и что, скажем, полярный медведь, скорее всего, будет белым, тогда как коала будет иметь оттенки серовато-коричневого цвета. Искусственный интеллект не знает, что такое когти или цвета, но он может присвоить медведю множество характерных черт, так что, когда его просят нарисовать медведя, он способен применить необычные символы.

Генерация изображений обычно использует модель «диффузии», которая начинается с грубого, размытого изображения и постепенно уточняет картинку до достижения конечного результата.

На некоторых сервисах, таких как Midjourney, можно наблюдать этот процесс, когда запрошенное изображение постепенно становится четким; как будто поворачиваете зум-объектив камеры, пока изображение не станет резким.

Генерация видео, которая становится все более распространенной, работает по аналогичному принципу. Но т.к. видео по сути представляет собой множество неподвижных изображений в последовательности, ИИ требуется гораздо больше времени для генерации движущихся изображений, чем для статичных, поэтому сервисы с ИИ обычно выдают видео длительностью всего несколько секунд.

Современное образование предлагает широкий спектр инструментов на базе ИИ (часть из них рассмотрена выше), которые активно внедряются в процесс обучения иностранным языкам, в том числе в технических вузах. Преподаватели кафедры иностранных языков Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» используют различные категории таких решений, каждая из которых решает специфические задачи – от персонализации обучения до автоматизации рутинной работы педагога.

Классификация ИИ-инструментов для изучения иностранных языков

Все многообразие платформ можно разделить на несколько функциональных категорий [1].

1. Адаптивные приложения (Duolingo, Babbel). Они анализируют ошибки, скорость выполнения и предпочтения пользователя, чтобы выстроить индивидуальную траекторию обучения, подбирая упражнения под актуальный уровень и цели студента.
2. Чат-боты и виртуальные собеседники (FalaBola, Kuki, Replika). Эти инструменты создают безопасную среду для развития спонтанной речи. FalaBola имитирует диалог голосом, исправляет ошибки, а Kuki и Replika помогают преодолеть психологический барьер в неформальной беседе.
3. Системы коррекции речи (Speechling, ELSA Speak). Используя технологию распознавания речи (ASR), они сравнивают произношение пользователя с эталонным и дают детальную обратную связь по акценту, интонации и артикуляции.
4. Умные переводчики (Google Translate). Эволюционировав из простого переводчика, они стали многофункциональными помощниками: разбирают предложения, объясняют грамматику и подбирают синонимы.

5. Помощники для письма (Grammarly). Сервисы на базе NLP проверяют орфографию, пунктуацию и стиль, предлагают альтернативы и помогают адаптировать текст под нужный формат (академический, деловой).

6. Платформы для лексики (Quizlet). Используют алгоритмы интервального повторения, чтобы определять оптимальное время для повторения слов, что способствует их переносу в долговременную память.

7. Сервисы языкового обмена (Tandem). ИИ анализирует профили пользователей (интересы, уровень) для подбора наиболее релевантных партнеров по общению.

8. Адаптивные системы чтения (ReadTheory). Автоматически подбирают тексты по уровню читателя и усложняют или упрощают их в зависимости от результатов проверки понимания.

Специализированные платформы для преподавателей

Помимо инструментов для студентов, существуют решения, созданные для автоматизации работы преподавателя:

- TeachMateAI – цифровой помощник для учителей, автоматизирующий рутину: от создания планов уроков до генерации отчетов об успеваемости. Платформой пользуются более 300 000 педагогов по всему миру.
- MagicSchool AI – комплексная платформа с более чем 80 инструментами для планирования, дифференциации обучения, комментирования работ и общения с родителями. Интерфейс включает ИИ-помощника Райну, поддерживает экспорт в Google Docs и Microsoft Office, а также создание виртуальных «комнат» для студентов. Все инструменты адаптированы под педагогические задачи.
- StoryBook AI – генератор историй. Позволяет за 60 секунд создать сюжет, превратить его в комикс или аудиоверсию с разными голосами, что полезно для развития навыков сторителлинга и мультисенсорного обучения.

Для педагогов ИИ становится мощным помощником, позволяющим:

- готовить объяснения новых тем;
- разрабатывать планы уроков и учебные программы;
- создавать материалы, соответствующие уровню CEFR;
- подбирать языковые примеры в контексте;
- генерировать тесты и карточки для проверки знаний;
- автоматизировать отслеживание прогресса учащихся;
- оптимизировать общение с родителями (отчеты, уведомления).

Ключевым фактором эффективности является умение точно формулировать запросы (промпты), указывая тему, формат, возраст обучающихся и цели. При правильном подходе студенты воспринимают ИИ как помощника, а не как способ упростить себе задачу.

Стратегии интеграции ИИ в учебный процесс

Для достижения максимального эффекта рекомендуется комплексное использование разных инструментов. Основные направления интеграции.

1. Индивидуализация обучения. ИИ позволяет создавать уникальные траектории, фокусируясь на слабых местах студента (грамматика, лексика, произношение).

2. Интерактивное сотрудничество. Чат-боты частично заменяют языковую среду, давая возможность регулярной практики говорения и аудирования.

3. Мгновенная обратная связь. Моментальный анализ ответов повышает вовлеченность и помогает быстрее исправлять ошибки.

4. Создание контента. Генеративные инструменты (ChatGPT, Gemini, StoryBook AI) позволяют создавать учебные материалы по запросу.

Ограничения ИИ и роль человека

Несмотря на мощный функционал, ИИ не может заменить фундаментальные факторы успеха: внутреннюю мотивацию, целеустремленность и осознанное участие учащегося. Технология не способна воспроизвести эмпатию, культурный контекст и педагогическую чуткость.

Ключевая ценность ИИ заключается в его вспомогательной роли. Он освобождает время педагога от рутины, позволяя сосредоточиться на живом общении, наставничестве и мотивации. Интеграция ИИ должна создавать гибридную образовательную среду, где технологии дополняют, а не заменяют преподавателя [3].

Таким образом, интеграция ИИ в преподавание иностарнных языков открывает большие перспективы для персонализации, развития речевых навыков и психологической поддержки учащихся. Однако этот процесс сопряжен с вызовами: необходимость цифровой грамотности, риски конфиденциальности и опасность чрезмерной технологизации. Успех зависит от вдумчивого подхода преподавателя, который использует ИИ как инструмент для улучшения качества образования, сохраняя за собой роль лидера учебного процесса и создавая условия для гармоничного сочетания технологий и человеческого взаимодействия.

Библиографический список

1. Копылова Н.А. Возможности искусственного интеллекта в преподавании иностранного языка в техническом вузе // Вопросы современной филологии и проблемы методики обучения языкам. Сборник научных статей по итогам XII Международной научно-практической конференции. Брянск, 2024. С. 138-143.

2. Копылова Н.А., Слепнева М.А., Яруллина Ж.А. Цифровая трансформация иноязычного образования в техническом вузе в современных условиях. Москва, 2025. 164 с.

3. Копылова Н.А., Шилина Н.В. Использование искусственного интеллекта в основных областях изучения иностранного языка // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2025. Сборник трудов VIII Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Рязань, 2025. С. 98-103.

4. The beginner's guide to AI. Editor Barry Collins. Anthem Publishing Ltd, Media House, 132 p.

УДК 621.311; ГРНТИ 44.01.77

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВР В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ: ОТ ТЕОРИИ К ЭКСПЕРИМЕНТУ

О.Д. Тишкова, О.В. Кирьяков

Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета,
Россия, Рязань, mak_nastasya@mail.ru,

Аннотация. В статье рассматривается целесообразность использования компьютерного моделирования систем автоматического ввода резерва (АВР) в подготовке студентов энергетических специальностей. Обоснована необходимость моделирования как инструмента анализа надёжности, раскрыта роль виртуальных лабораторных работ в формировании профессиональных компетенций. Показаны преимущества параметрической настройки модели, позволяющей исследовать различные режимы без риска для оборудования и людей.

Ключевые слова: АВР, моделирование, образовательный процесс, релейная защита и автоматика, параметрический анализ.

OF THE AUTOMATIC RESERVE INPUT SYSTEM IN THE EDUCATIONAL PROCESS: FROM THEORY TO EXPERIMENT

O.D. Tishkova, O.V. Kiryakov

Razan Institute (Gilyal) of Moscow State University,
Russia, Razan, mak_nastasya@mail.ru,

Abstract. The article discusses the feasibility of using computer modeling of automatic reserve input systems (ARIS) in the training of students in energy specialties. The necessity of modeling as a tool for reliability analysis is substantiated, and the role of virtual laboratory work in the formation

of professional competencies is revealed. The advantages of parametric model configuration, which allows for the exploration of various modes without risk to equipment and people, are shown.
Keywords: AVR, modeling, educational process, relay protection and automation, parametric analysis.

Система автоматического ввода резерва (АВР) является ключевым элементом обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей первой и особой категории. От правильности её настройки и быстродействия зависит сохранность дорогостоящего оборудования, непрерывность технологических процессов. Однако исследование реальных систем АВР сопряжено с рядом трудностей: требуется использование дорогостоящего оборудования, большие временные затраты на создание натурного объекта, и так же не исключена возможность производственного травматизма.

Испытание системы АВР на действующем объекте требует искусственного создания аварийной ситуации – исчезновения напряжения на основном вводе. Это:

- несёт риск повреждения коммутационной аппаратуры;
- может привести к нештатному отключению ответственных потребителей;
- требует сложных организационных согласований и допусков.

Система АВР должна корректно работать при различных типах аварий: исчезновение напряжения на одном из вводов, несимметричные провалы, перегрузка по току, ложное срабатывание защит.

Обеспечить все эти сценарии позволяет компьютерное моделирование:

- воспроизвести любой аварийный режим в виртуальной среде;
- наблюдать осциллограммы токов и напряжений;
- оценить правильность выбора уставок;
- выявить некорректные логические связи до внедрения на реальном объекте.

Таким образом, моделирование выступает не заменой, а необходимым дополнением к натурным испытаниям, позволяя на ранних этапах отсеять ошибочные решения.

Для студентов энергетических специальностей понимание логики работы АВР является обязательным компонентом профессиональной подготовки. Однако традиционное обучение сталкивается с методическими проблемами.

Работа с моделью превращает студента из пассивного слушателя в исследователя. Он может проводить виртуальные эксперименты и анализировать полученные данные;

Это соответствует требованиям ФГОС к формированию универсальных и общепрофессиональных компетенций.

В отличие от реальной лабораторной установки с коммутационными аппаратами на 380 В, виртуальная модель:

- исключает риск поражения электрическим током;
- не требует дорогостоящего оборудования и расходных материалов;
- доступна 24/7 с любого компьютера, в том числе дистанционно.

Ключевое преимущество модели перед реальной установкой – возможность гибкого изменения параметров и исследования их влияния на работу системы. Рассмотрим основные группы параметров, доступные для варьирования в учебной модели.

Модель системы автоматического ввода резерва позволяет изменять электрические параметры элементов сети, включая активное сопротивление, индуктивность и ёмкость линий электропередачи. Варьирование этих параметров влияет на потери напряжения, величину токов короткого замыкания и условия возникновения феррорезонансных процессов. Дополнительно предусмотрена настройка сопротивления изоляции и ёмкости фаз на землю, что даёт возможность моделировать токи утечки и различные виды замыканий на землю.

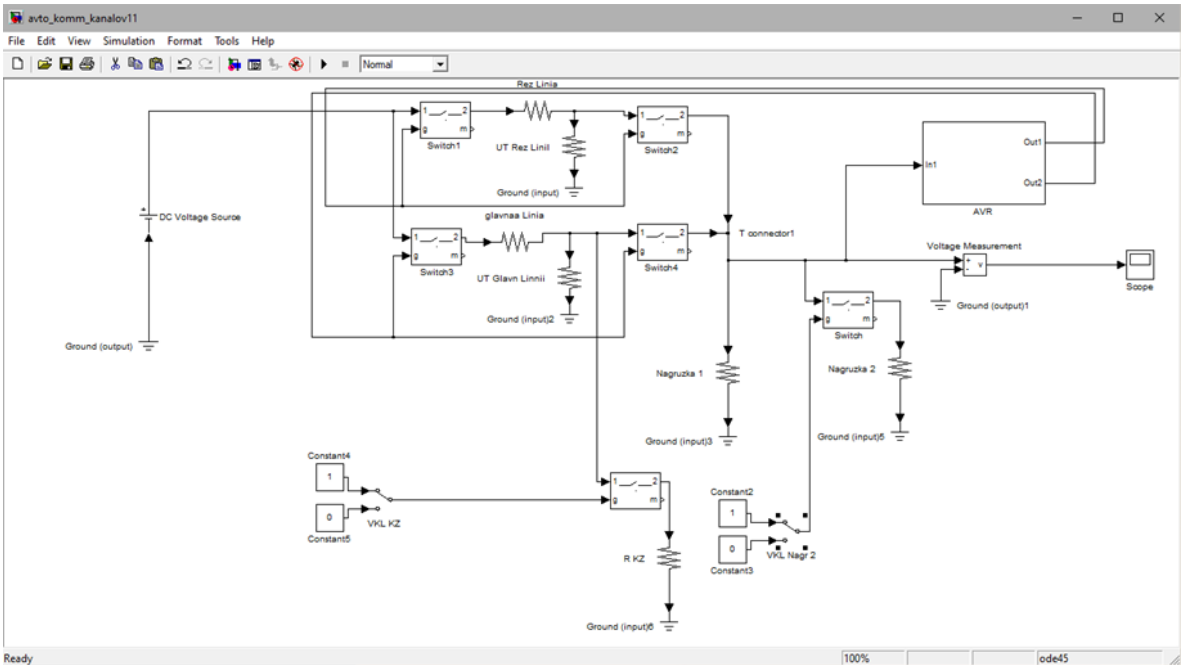
Модель работы АВР может изменять электрические параметры системы, такие как сопротивление, индуктивность и емкость. Это позволяет анализировать поведение системы при различных условиях и нагрузках.

Она также может моделировать работу релейной защиты, обеспечивая своевременное срабатывание при аварийных ситуациях и предотвращая повреждения оборудования.

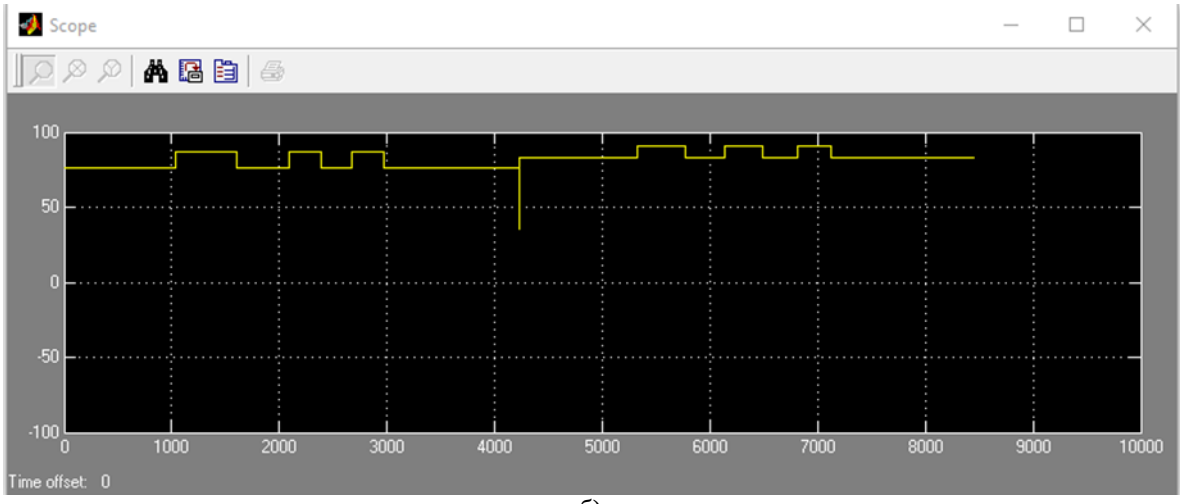
Модель способна отображать напряжение на линиях при разной нагрузке мощности, что помогает оценить стабильность электроснабжения в различных режимах.

Дополнительно, модель может симулировать срабатывание АВР при коротком замыкании (КЗ) на основной линии, выявляя реакцию системы и ее скорость переключения.

Для этих целей была разработана виртуальная лабораторная работа в среде MATLAB Simulink, моделирующая работу АВР на двухтрансформаторной подстанции с нагрузкой в виде асинхронных двигателей. Вид разработанной модели, и график напряжения на нагрузки в момент срабатывания системы АВР приведен на рисунке 1. На данном рисунке отображены основные узлы модели системы АВР (AVR), основная и резервная линия электропередач (однолинейные) (Rez Linia, glavnaa linia), коммутационная аппаратура (Switch 1-4), устройство для создания искусственного короткого замыкания (VKL KZ, R KZ), несколько коммутируемых нагрузок (Nagruzka 1-2). Как видно, модель позволяет оперативно менять основные электрические параметры основной и резервной линий, параметры коммутационной аппаратуры и так же моделировать систему АВР с различными алгоритмами работы.



а)



б)

Рис. 1. Вид разработанной модели (а),
и график напряжения на нагрузки в момент срабатывания системы АВР (б)

Моделирование работы системы АВР является эффективным инструментом как для проектирования реальных систем электроснабжения, так и для подготовки квалифицированных инженеров-энергетиков. В образовательном процессе оно позволяет:

1. Изучать опасные и редкие режимы без риска;
2. Формировать исследовательские навыки;
3. Наглядно демонстрировать влияние параметров на работу автоматики;
4. Интегрировать знания из различных дисциплин.

Возможность параметрической настройки превращает модель в гибкий учебный стенд, адаптируемый под различные уровни подготовки – от младших курсов до магистрантов, выполняющих научные исследования.

Библиографический список

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). //Москва : Издательство НЦ ЭНАС. - 2003. – 656 с.

2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. / В.А. Андреев. Учебник для вузов. 4-е изд. перераб. и доп. // М.: Высш, шк. - 2019. - 639 с.

3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink./ Черных И. В.// М.: ДМК Пресс, СПб.: Питер. - 2008. - 288 с.

4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен впервые : введен 2014–07–01. // Москва : Стандартинформ. - 2014. – 20 с.

УДК 378.09; ГРНТИ 00.08

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Т.В. Бачина, А.А. Ерзылева

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, bachina_t@mail.ru, erzyleva.a@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуется потенциал включения генеративных нейросетей в процесс обучения студентов экономических специальностей. Авторы исходят из гипотезы о том, что эффективная подготовка конкурентоспособных выпускников невозможна без пересмотра дидактических приемов работы с цифровыми инструментами. В центре внимания находится переход от репрессивных мер по ограничению использования ИИ к проектированию учебных ситуаций, в которых нейросети становятся полноправными участниками познавательного процесса. Предложены авторские сценарии проведения практических занятий по четырем базовым экономическим дисциплинам, демонстрирующие реализацию принципов «дополненного интеллекта». Раскрывается специфика трансформации преподавательских функций в условиях цифровизации.

Ключевые слова: педагогический дизайн, генеративные нейросети, экономическое образование, дополненный интеллект, методика преподавания, профессиональные компетенции, цифровая трансформация.

PRACTICAL ASPECTS OF USING NEURAL NETWORKS IN TEACHING ECONOMIC DISCIPLINES

T.V. Bachina, A.A. Erzyleva

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, bachina_t@mail.ru

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, erzyleva.a@yandex.ru

The summary. The article explores the potential of integrating generative neural networks into the educational process of students in economic specialties. The authors proceed from the hypothesis that effective training of competitive graduates is impossible without revising didactic techniques for working with digital tools. The focus is on the transition from repressive measures to restrict the use of AI to designing learning situations in which neural networks become full participants in the cognitive process. Original scenarios for conducting practical classes in four basic economic disciplines are proposed, demonstrating the implementation of the principles of "augmented intelligence." The specifics of the transformation of teaching functions in the context of digitalization are revealed.

Keywords: pedagogical design, generative neural networks, economic education, augmented intelligence, teaching methodology, professional competencies, digital transformation.

Современный этап развития экономики характеризуется не просто автоматизацией отдельных процессов, а формированием принципиально новой среды принятия решений, в которой алгоритмы играют ведущую роль [1]. Анализ вакансий на рынке труда показывает, что работодатели все чаще ожидают от выпускников-экономистов не столько знания исторических экономических концепций, сколько способности применять современные цифровые инструменты для решения прикладных задач. При этом наблюдается парадоксальная ситуация: инструментарий, который мог бы стать основой для формирования таких компетенций, зачастую воспринимается академическим сообществом исключительно как угроза [2].

Речь идет о генеративных нейросетях, которые студенты активно используют для подготовки письменных работ. Данная практика действительно вызывает обеспокоенность, поскольку замена самостоятельного размышления машинной генерацией текста не способствует развитию аналитических способностей. Однако запретительные меры, как показывает опыт последних лет, не дают желаемого эффекта. Студенты продолжают пользоваться нейросетями, делая это скрытно, что исключает возможность обсуждения этических и методологических аспектов их применения.

Альтернативой запрету выступает стратегия педагогической интеграции, предполагающая встраивание нейросетей в учебный процесс на правах инструмента. Данная стратегия опирается на концепцию «дополненного интеллекта», в рамках которой ИИ рассматривается не как замена человеку, а как усилитель его когнитивных возможностей. В контексте высшего образования это означает, что студент должен овладеть навыками постановки задач для нейросети, критической оценки полученных результатов и их содержательной интерпретации.

Цель настоящей работы заключается в разработке и презентации конкретных педагогических сценариев, реализующих концепцию дополненного интеллекта в преподавании экономических дисциплин. В основе исследования лежит анализ практического опыта внедрения цифровых инструментов на экономическом факультете, а также рефлексия собственной педагогической деятельности авторов.

Ключевым противоречием, требующим разрешения, является разрыв между академическим содержанием дисциплин и инструментальной оснащенностью современного экономиста. Выпускник, умеющий решать задачи «по учебнику», но не владеющий методами анализа больших данных или финансового моделирования с использованием ИИ, оказывается неконкурентоспособным. Студенты, осознавая этот разрыв, стремятся компенсировать его с помощью нейросетей, но делают это хаотично, без понимания внутренних механизмов работы алгоритмов. Как следствие, формируется поверхностное отношение к знаниям и не развивается критическое мышление [3].

Преодоление данной ситуации видится в целенаправленном формировании у студентов трех групп навыков взаимодействия с ИИ. Во-первых, это навыки промптинга, то есть умение формулировать запрос к нейросети максимально точно и полно. Во-вторых, это понимание ограничений искусственного интеллекта, в частности, его склонности к «галлюцинациям» – генерации правдоподобных, но ложных сведений. В-третьих, это способность к верификации и интерпретации полученных от ИИ результатов, встраиванию их в более широкий экономический контекст.

Реализация данной модели влечет за собой неизбежную трансформацию профессиональной роли преподавателя. Функция трансляции информации, которая веками оставалась центральной в университетском образовании, частично переходит к ИИ. Освободившееся время и интеллектуальный ресурс преподаватель направляет на выполнение иных задач: проектирование учебных ситуаций, требующих коллаборации человека и машины; организацию дискуссий по поводу результатов, полученных студентами с помощью нейросетей; индивидуальное наставничество в области исследовательской работы [2].

Наибольший дидактический эффект от использования ИИ достигается в дисциплинах, предполагающих работу с эмпирическими данными, построение моделей и анализ конкретных ситуаций. В таблице 1 представлены разработанные авторами сценарии интеграции нейросетей в практические занятия по четырем базовым экономическим дисциплинам.

Таблица 1. Сценарии использования ИИ в преподавании экономических дисциплин

Дисциплина	Традиционный подход	Подход на основе «дополненного интеллекта»	Формируемые компетенции
Эконометрика	Самостоятельное написание кода для регрессионного анализа по готовым методичкам.	Студент получает неструктурированные данные и формулирует исследовательский вопрос. С помощью ИИ генерирует код, затем анализирует его корректность, интерпретирует коэффициенты, проверяет предпосылки модели. Защита строится на объяснении экономического смысла полученных зависимостей.	Понимание ограничений статистических методов; навыки постановки задач; критическая оценка результатов машинного обучения.

Продолжение таблицы 1

Дисциплина	Традиционный подход	Подход на основе «дополненного интеллекта»	Формируемые компетенции
Финансовое моделирование	Самостоятельное построение модели в Excel по заданному шаблону.	ИИ используется для генерации описательной части (анализ рынка, макроэкономический фон). Саму финансовую модель студент строит и защищает лично. Затем с помощью ИИ проверяет модель на стресс-устойчивость и анализирует расхождения в прогнозах.	Отделение существенных факторов от информационного шума; системный взгляд на бизнес; навыки стресс-тестирования.
Микроэкономика	Изучение готовых моделей потребительского поведения (кривые безразличия, бюджетные линии).	Студенты создают в диалоге с ИИ виртуальных агентов с заданными характеристиками (доход, предпочтения, склонность к сбережению). Моделируется изменение их поведения при различных внешних шоках (рост цен, изменение ставок).	Понимание гетерогенности экономических агентов; экспериментальные навыки; работа с агент-ориентированными моделями.
Управление персоналом	Разбор кейсов по подбору, мотивации и оценке персонала из учебных пособий.	Студенты разрабатывают запросы для имитации собеседования с ИИ, выступающим в роли соискателя. Анализируют ответы «кандидата», выявляют шаблонные фразы, оценивают его релевантность вакансии. Разрабатывают систему мотивации, сверяя свои идеи с «рекомендациями» ИИ.	Понимание алгоритмов работы HR-систем; коммуникативные навыки; критическая оценка автоматизированных решений.

Предложенные сценарии объединяет общая логика: нейросеть выступает не источником готовых ответов, а партнером по решению задачи. Студент вынужден постоянно рефлексировать по поводу того, что именно и почему он спрашивает у ИИ, насколько полученный ответ соответствует ожиданиям, как его можно улучшить. Тем самым формируется принципиально важное для современного экономиста качество – способность к осмысленному использованию цифровых инструментов, а не пассивное следование их рекомендациям.

Логичным следствием внедрения таких сценариев становится необходимость пересмотра системы контроля знаний. Традиционные формы аттестации, ориентированные на воспроизведение заученного материала, в новых условиях утрачивают валидность. Если домашнее задание или контрольная работа могут быть выполнены нейросетью без участия студента, оценивать их результат бессмысленно. Требуются иные форматы, позволяющие диагностировать именно те компетенции, которые развиваются в рамках концепции дополненного интеллекта.

К числу наиболее эффективных форм контроля в сложившихся условиях можно отнести следующие формы.

– Устное собеседование по итогам выполнения работы. Студент представляет результат, но основное внимание уделяется не самому результату, а ходу мыслей, который к нему привел. Преподаватель задает вопросы о том, почему были выбраны те или иные методы, какие альтернативы рассматривались, как интерпретировать полученные цифры.
– Аттестационные работы открытого типа. Контрольная работа проводится в компьютерном классе с доступом в интернет и к нейросетям. Однако задания конструируются таким образом, что прямой запрос к ИИ не дает готового решения. Требуется творческое осмысление ситуации, комбинирование информации из разных источников, формулировка собственной позиции.

– Рецензирование машинного ответа. Студент получает текст, сгенерированный нейросетью по заданной экономической проблеме. Задача состоит в том, чтобы выступить в роли научного редактора: найти фактические ошибки, указать на логические противоречия, оценить полноту раскрытия темы и предложить улучшенную версию.

Подводя итог, следует подчеркнуть, что интеграция искусственного интеллекта в образовательный процесс высшей школы перестала быть вопросом выбора. Это объективная реальность, с которой сталкиваются и преподаватели, и студенты. Попытки игнорировать или запрещать использование нейросетей лишь консервируют устаревшие методики и углубляют разрыв между университетским образованием и требованиями реального сектора экономики.

Концепция дополненного интеллекта, реализованная через описанные выше педагогические сценарии, позволяет превратить потенциальную угрозу академической честности в мощный ресурс развития профессиональных компетенций. Студент, обученный грамотно взаимодействовать с ИИ, понимающий его сильные и слабые стороны, способный критически оценивать машинные выводы и встраивать их в собственную аналитику, оказывается значительно лучше подготовлен к вызовам цифровой экономики.

Дальнейшее развитие представленного подхода видится в разработке целостных учебно-методических комплексов, включающих не только отдельные сценарии занятий, но и системы диагностики формируемых компетенций, а также программы повышения квалификации преподавателей, осваивающих новые педагогические роли.

Библиографический список

1. Трифонова П. Почему Россия пока отстает в роботизации промышленности // Коммерсантъ. – 2026. – 21 февр. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/7772882 (дата обращения: 21.02.2026).
2. Уваров А.Ю., Фрумин И.Д. и др. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 344 с. – URL: https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf (дата обращения: 21.02.2026).
3. Незамова О.А., Ступина А.А., Вайтекунене Е.Л., Оленцова Ю.А. Роль и проблемы цифровизации в образовательном процессе // АНИ: педагогика и психология. – 2023. – №1 (42). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-problemy-tsifrovizatsii-v-obrazovatelnom-protsesse (дата обращения: 24.02.2026).

УДК 372.881.111.1; ГРНТИ 14.35.09

АДАПТАЦИЯ АУТЕНТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ РАЗНОГО УРОВНЯ ВЛАДЕНИЯ АНГЛИЙСКИМ ЯЗЫКОМ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И МОТИВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Е.Р. Морозов, Е.В. Боровикова
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,
Россия, Рязань, renaissanceofmrzv@icloud.com,

Аннотация. В статье исследуется проблема использования аутентичных материалов в обучении иностранному (английскому) языку. Авторы делают попытку обосновать их актуальность для активизации образовательного процесса и повышения мотивации обучающихся. Дается определение аутентичных материалов, выделяются их характеристики: естественность языковых форм, ситуативная и социокультурная адекватность. Далее проводится анализ применения аутентичных материалов, представляющий собственную разработку подходов к их адаптации для различных уровней владения языком (A1–C2). На примере статьи «6 Effective Ways To Manage Stress While Studying» представлена методика поэтапной адаптации: упрощение лексики и визуальная поддержка для начального уровня, сохранение структуры с пояснениями для среднего, работа с оригиналом и развитие навыков критического чтения для продвинутого этапа. Для каждого уровня предложены дифференцированные задания, направленные на формирование коммуникативной компетенции.

Ключевые слова: аутентичные материалы, методика преподавания английского языка, адаптация текстов, коммуникативная компетенция, мотивация обучения.

ADAPTATION OF AUTHENTIC MATERIALS FOR LEARNERS AT DIFFERENT LEVELS OF ENGLISH PROFICIENCY: METHODOLOGICAL APPROACHES AND MOTIVATIONAL POTENTIAL

E.R. Morozov, E.V. Borovikova
Ryazan State University named after S.A. Yesenin
Ryazan, Russia, renaissanceofmrzv@icloud.com

Abstract. The article examines the use of authentic materials in foreign (English) language teaching. The author attempts to justify their relevance for enhancing the educational process and increasing learners' motivation. The paper provides a definition of authentic materials and highlights their key characteristics: naturalness of linguistic forms, situational adequacy, and sociocultural relevance. The author analyses the application of authentic materials and proposes original approaches to adapting them for different language proficiency levels (A1–C2). Using the article "6 Effective Ways To Manage Stress While Studying" as an example, the author presents a step-by-step adaptation methodology: vocabulary simplification and visual support for beginner levels, retention of text structure with explanatory notes for intermediate learners, and work with the original text combined with critical reading skill development for advanced stages. Differentiated tasks aimed at developing communicative competence are suggested for each level.
Keywords: authentic materials, English language teaching methodology, text adaptation, communicative competence, learning motivation.

В данной статье речь пойдет о таком понятии как аутентичные материалы на иностранном языке. Мы сделаем попытку дать обоснование их использования в процессе обучения иностранному (английскому) языку. Исследование является особенно актуальным в данный момент по нескольким причинам. Во-первых, использование аутентичных материалов представляет огромный интерес для методики преподавания иностранных языков, так как до сих пор существуют споры относительно эффективности их применения в процессе обучения иностранному языку. Во-вторых, актуальность работы также обусловлена широко обсуждаемой проблемой активизации образовательного процесса. Использование иноязычных материалов, не созданных первоначально для учебных целей, рассматривается как один из способов повысить мотивацию учеников к продолжению освоения языка, так как понимание данных текстов и/или аудио- и видеоматериалов воспринимается многими обучаемыми как одна из конечных целей изучения данной дисциплины. Целью данной работы является анализ применения аутентичных материалов в контексте методики обучения иностранному языку, а также выявление подходов к адаптации материалов под различные уровни владения языком.

Под аутентичными материалами в методике преподавания иностранных языков понимаются тексты, а также аудио- и видеоматериалы, созданные носителями языка для носителей языка в реальных коммуникативных ситуациях и не предназначенные изначально для учебных целей [1].

Для них характерны: естественность лексического наполнения и грамматических форм; ситуативная адекватность используемых языковых средств; социокультурная насыщенность; отражение актуальных языковых тенденций [2]. К ним можно отнести печатные тексты (газеты, журналы, объявления, меню), аудиоматериалы (радиопередачи, песни, подкасты), видеоматериалы (фильмы, сериалы, новостные репортажи, видеоблоги).

Такие материалы выступают своего рода «окном» в живую языковую среду: они фиксируют реальное функционирование языка в конкретных социокультурных условиях, отражая не только его структурные особенности, но и прагматику общения, речевые стратегии, культурные коды и актуальные языковые тенденции.

Естественность лексического наполнения и грамматических форм объясняется активным использованием разговорных выражений и идиом, фразовых глаголов и коллокаций,

типичных для естественной речи. Лексическое наполнение зачастую обусловлено активным использованием актуальной лексики, включая неологизмы и сленг. Подбор регистра (формальный/неформальный) всегда зависит от контекста, тексты содержат маркеры вежливости, стратегии смягчения высказываний, способы выражения согласия или несогласия, характерные именно для культуры носителей языка. Особенно полезной особенностью таких текстов является логичность и прагматичность выбранных фраз, в сравнении с адаптированными текстами, подстроенными под учебный шаблон. Анализ источников и выведенные из него пояснения показывают ключевую роль аутентичных материалов как ресурса приближения учебного процесса к реальным условиям и повышения языковой компетенции учащихся.

Для лучшего поднимания механизма адаптации материала под разный уровень владения языком мы сделаем попытку представить методические рекомендации по адаптации аутентичной новостной статьи «6 Effective Ways To Manage Stress While Studying» автора Зи Тэн (Zee Tan), полученной с веб-ресурса «300 Hours», для учащихся с различным уровнем владения английским языком (A1–C2) [URL: https://300hours.com/ways-to-manage-stress/]. Разработанные задания базируются на методических подходах к адаптации аутентичных материалов, описанных в ранее упомянутых исследованиях.

На начальном этапе обучения приоритетной задачей является упрощение материала при сохранении его аутентичности. Согласно положениям Н.А. Гридневой [3], на уровне A1 целесообразно сокращать объём текста и дополнять его визуальной поддержкой. В связи с этим исходный текст сокращается до 3–4 наиболее простых рекомендаций, сложная лексика заменяется базовыми синонимами (например, manage – deal with, effective – good), а синтаксические конструкции упрощаются до базовой структуры Subject + Verb + Object. К каждому совету добавляются иллюстрации, способствующие более быстрому пониманию смысла и закреплению новой лексики.

Мы предлагаем следующие варианты заданий для начального уровня.

1. Упражнение на сопоставление изображений и кратких рекомендаций. Учащимся предлагается соотнести визуальные образы с текстовыми фрагментами (например, изображение спящего человека соответствует фразе Get enough sleep, а изображение яблока – Eat healthy food). Данное задание способствует развитию языковой догадки и создаёт благоприятную атмосферу на занятии.

2. Задание на заполнение пропусков. Учащимся предоставляется краткий текст с пропусками и список слов (sleep, walk, food, water), которые необходимо вставить на соответствующие места:

1) Drink a lot of _____. 2) Get enough _____. 3) Eat healthy _____. 4) Go for a _____.

3. Проверка понимания через утверждения типа True/False:

1) You should sleep 8 hours. (T/F) 2) Eat a lot of sweets. (T/F)

4. Творческое задание. Учащиеся рисуют, какие действия они предпринимают для расслабления, и формулируют 1–2 предложения, например: «I listen to music. I walk in the park.» Как отмечает М.С. Абрашкина [4], данный подход способствует снижению тревожности и формирует у учащихся ощущение успеха даже на начальном этапе обучения.

На среднем этапе обучения основной акцент делается на сохранении структуры оригинального текста при частичном упрощении отдельных фрагментов, что позволяет учащимся работать с материалом более самостоятельно. В соответствии с методическими рекомендациями Ю.В. Степанюка [5], на данном этапе целесообразно развивать навыки чтения с пониманием основной идеи и деталей. В связи с этим в адаптированном варианте сохраняются все 6 рекомендаций, однако сложные предложения упрощаются, к незнакомой лексике добавляются краткие пояснения в виде сносок (например, mindfulness – focusing on the present moment), а длинные абзацы разбиваются на более короткие фрагменты.

В качестве заданий могут выступить:

1. Упражнение на skimming (быстрое чтение). Учащимся предлагается за 2 минуты прочитать статью и выбрать наиболее подходящий заголовок из трёх вариантов:

- How to study more;
- 6 ways to deal with stress;
- Why exams are bad.

Данное задание направлено на развитие навыка быстрого поиска основной идеи текста.

2. Упражнение на scanning (поисковое чтение). Учащиеся ищут в тексте ответы на следующие вопросы:

- How often should you take breaks?
- What kind of food helps with stress?
- Which activity combines movement and mindfulness?

3. Лексическая работа. Учащимся необходимо сопоставить слова с их определениями (stress – feeling worried or nervous, break – time to rest и т.д.). Это упражнение способствует расширению словарного запаса и учит определять значение слов из контекста.

4. Дискуссионные вопросы для обсуждения:

- Which tip do you already do?
- Which one is new for you?
- What other ways do you know to reduce stress?

Как подчёркивают В.Б. Чемерина и соавторы [6], подобные вопросы придают материалу личностную значимость и повышают мотивацию к изучению языка.

На продвинутом этапе обучения учащиеся готовы работать с оригинальным текстом без упрощений. Основная задача заключается в развитии навыков критического чтения, анализа аргументации и формулирования собственного мнения. Согласно методическим рекомендациям Н.В. Кулибиной [2], на данном уровне необходимо обучать студентов не только восприятию информации, но и оценке её достоверности.

Заданиями могут выступить:

1. Критическое чтение. Учащимся предлагаются следующие вопросы для анализа: Какие научные или экспертные источники упоминаются в статье? Насколько они надёжны? Найдите 2–3 фразы, отражающие авторскую позицию (например, I strongly believe…, Research shows…). Есть ли в тексте утверждения, требующие дополнительной проверки?

2. Перефразирование. Учащиеся переписывают каждый совет своими словами, используя синонимы и изменяя структуру предложений. Например, фраза «Take regular breaks» может быть преобразована в «It’s important to pause your work at fixed intervals». Данное упражнение способствует закреплению академической лексики и развитию гибкости речи.

3. Дискуссия. Класс делится на две группы. Группа 1 отстаивает позицию «Эти советы подходят всем студентам». Группа 2 аргументирует, что «Советы слишком общие и не работают для всех».

Каждая группа подготавливает 3 аргумента «за» и 3 «против», опираясь на текст и личный опыт. Данное задание развивает дискуссионные навыки и критическое мышление.

4. Творческое задание. Учащиеся составляют короткий пост (150–200 слов) для социальных сетей на тему «My Top 3 Stress-Busters», используя лексику из статьи. Необходимо включить одну цитату из текста с указанием автора (Zee Tan). Задание имитирует реальное использование языка и способствует закреплению пройденного материала в условиях коммуникативного взаимодействия.

Разработанные задания выстроены по принципу постепенного усложнения – от распознавания лексических единиц к критическому анализу текста, что соответствует рекомендациям Н.В. Кулибиной [2]. Для учащихся начального уровня игровые и творческие задания снижают тревожность и формируют ощущение успеха, для среднего уровня практические вопросы и обсуждение придают материалу личностную значимость, а для продвинутого

уровня критическое чтение и дискуссии развивают аналитические способности и уверенность в использовании языка для решения сложных коммуникативных задач [6].

Таким образом, применение аутентичных материалов повышает мотивацию учащихся: работа с текстами газет, прослушивание подкастов, просмотр фильмов и видеоблогов делает обучение увлекательным и осмысленным. Учащиеся видят практическую ценность знаний и осваивают язык в том виде, в каком его используют носители, что приближает их к реальной коммуникации.

Подобный подход погружает учащихся в естественную языковую среду: материалы содержат актуальную лексику, разговорные выражения, идиомы и отражают социокультурные особенности страны изучаемого языка.

Также необходимо отметить, что аутентичные текстовые, аудио и видеоматериалы комплексно развивают все языковые навыки – от базового чтения и восприятия речи на слух до свободного говорения и написания текстов в реальных жанрах. Одновременно они способствуют развитию социо-культурной компетенции: учащиеся знакомятся с менталитетом и традициями носителей языка, становятся более толерантными и лучше понимают особенности иноязычного общения.

Гибкость методики позволяет адаптировать материалы для уровней A1–C2: на начальных этапах визуальная поддержка и игровые задания снижают тревожность, на средних – развивается навык поиска информации и расширяется словарный запас, а на продвинутых – тренируются критическое мышление и аргументация. Практико-ориентированные задания (например, написание поста с цитатой из статьи) помогают уверенно применять язык за пределами класса.

Таким образом, использование аутентичных материалов трансформирует процесс обучения, делая его динамичным и результативным. Данный подход помогает учащимся перейти от заучивания правил к свободному использованию иностранного языка в реальной жизни, а разработанные рекомендации станут полезным инструментом для педагогов, стремящихся повысить качество преподавания и вовлечённость учащихся.

Библиографический список

1. Стрельцова, А.Д. Понятие «аутентичные материалы» в работах отечественных и зарубежных лингвистов /А.Д. Стрельцова // Форум молодых ученых. – 2019, №5(33). – 1198-1202 с.

2. Кулибина , Н.В. Адаптировать нельзя понять. Принципы адаптации художественных текстов в со- ответствии с «общеевропейскими компетенциями владения иностранным языком» / Н.В. Кулибина // Русский язык за рубежом. – 2013, №5. – 22-30 с.

3. Гриднева, Н.А. Использование аутентичных материалов в обучении иностранному языку на уровне А1 / Н.А. Гриднева // Методика и практика преподавания. - 2020, №2. - С.14.

4. Абрашкина, М.С. Адаптация и методическое сопровождение аутентичного литературного материала / М.С. Абрашкина // Вопросы методики преподавания. - 2020, №4. - С.48.

5. Степанюк, Ю.В. Классификация способов адаптации нехудожественных аутентичных текстов в целях обучения иностранному языку / Ю.В. Степанюк // Иностранные языки в школе. – 2019, №7. - 35 с.

6. Чемерина, В.Б., Ким, Л.С., Карпова Е.М. Использование аутентичных аудио- и видеоматериалов для повышения мотивации / В.Б. Чемерина, Л.С. Ким, Е.М. Карпова // Педагогические исследования. – 2022, №3. – 20-78 с.

УДК 371.315; ГРНТИ 14.35.07,14.35.09

К ВОПРОСУ О ПЕРЕХОДЕ К НОВОЙ СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.Н. Куликов, Д.А. Куликов, Л.А. Куликова
Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова,
Российская Федерация, Ярославль, kulikov_d_a@mail.ru

Аннотация. Обсуждаются некоторые аспекты, связанные с отказом от Болонской системы и, следовательно, выбором новой траектории развития вузовского образования в России. Отчасти традиционные ценности, которые были всегда характерны для университетского образования в нашей стране. Прежде всего упор на фундаментальность в образовательном процессе. Фундаментальность была всегда характерной чертой образования в России и в СССР, в частности. Такой подход предполагает особое отношение к формированию образовательной траектории и отбору научно-педагогических кадров.
Ключевые слова: Болонская и Российская системы образования, фундаментальность, внедрение искусственного интеллекта, аттестация выпускников.

ON THE QUESTION OF THE TRANSITION TO A NEW SYSTEM OF HIGHER EDUCATION

A.N. Kulikov, D.A. Kulikov, L.A. Kulikova
Demidov Yaroslavl State University,
Russia, Yaroslavl, kulikov_d_a@mail.ru

The summary. Several aspects related to the abandonment of the Bologna process and, consequently, the choice of a new trajectory for the development of higher education in Russia are discussed. These include, in part, traditional values that have always characterized university education in our country. First and foremost, an emphasis on fundamentality in the educational process. Fundamentalism has always been a characteristic feature of education in Russia, and in the USSR in particular. This approach presupposes a special approach to the formation of educational trajectories and the selection of academic and teaching staff.
Keywords: Bologna and Russian education systems, fundamentality, implementation of artificial intelligence, certification of graduates.

Если обратиться к различным информационным источникам, включая, в первую очередь, интернет ресурсы, то в России начинается переход на новую систему высшего образования. Оно предусматривает отказ от Болонской системы, который уже начался в 2022 году. Сроки такого перехода, как поняли авторы данной заметки, не определены окончательно. К настоящему времени выделены 6+11 (было вначале 6 и в этом году добавлены 11) высших учебных заведений, которые начнут такой переход в порядке эксперимента. Такой взвешенный подход, естественно, вполне оправдан. Самое легкое в нем состоит в отказе от Болонской системы во внешнем его проявлении и отмене наименований бакалавр и магистр. Уже корректировка сроков обучения не является простой задачей и, если речь идет об увеличении сроков обучения, то сразу возникают две проблемы. Первая – финансовая, а вторая – кадровая. Естественно, увеличение сроков обучения потребует большего числа преподавателей или увеличение нагрузки. Быть может, одна или эти обе причины были основным побудительным моментом перехода от специалитета к бакалавриату. Интересная деталь. На механико-математическом факультете МГУ им М.В. Ломоносова переход к Болонской системе был осуществлен в “частичной” форме. Поступившие на 1 курс университета учились сразу 6 лет и в конце срока получали сразу диплом магистра.

Добавим, что и сама Болонская система не так уже детерминирована, как нам объясняли ее сторонники. Реализация ее часто имела национальные особенности, зависящие от страны. По-крайней мере, в ряде франкофонских стран, вначале термин “бакалавр” использовался для обозначения выпускника лицея, выпускника средней школы. Титул бакалавр получал выпускник среднего учебного заведения, который успешно закончил полный 12 летний курс обучения и сдал экзамены с достаточно хорошими результатами. Обладание “сте-

пени” бакалавра довало возможность поступать в университет без дополнительных испытаний, что напоминает нам ЕГЭ. Добавим, что экзамены на звание “бакалавра”, как правило, были сложными, но отсутствие успехов на них не закрывало полностью путь в университет, а выпускники могли сдать вступительные экзамены в выбранный ими университет.

Переход на новую систему или, частичный, по-крайней мере, возврат к аппробированной в России “старой” советской или частично похожей на систему обучения в России, существовавшей до 1917 г., по-видимому, естественен и даже необходим. При этом есть одна существенная причина.

В странах Европы обучение в школе продолжается, как правило, 12 лет, а бакалавриат предполагает 4 года обучения. Итого 16 лет до выпуска молодого человека с дипломом, который может быть интерпретирован как диплом о высшем образовании. После внедрения Болонской системы в России мы имеем 10 лет в средней школе и 4 года бакалавриата, т.е. в сумме 14 лет (14<16). Не зря на механико-математическом факультете МГУ сразу использовали 6 лет, что и дает искомую сумму [1, 2].

Очень неплохо, что переход на новую (старую в целом) систему предполагает достаточно большой период, но во всяком случае, не 1 год и не во всех университетах сразу. Это связано, естественно, с тем, что такой переход должен произойти от системы с “облегченной” системы образования к системе с более фундаментальным подходом. Только такая его интерпретация позволит достичь цели, поставленной президентом России – обеспечить технологический суверенитет России. Это предполагает подготовку специалистов овладевших фундаментальными знаниями и широким набором практических навыков, а не специалистов по “обслуживанию” западной техники и использованию западных технологий [3].

Попробуем это пояснить на примере обучения на факультетатах математического профиля. При обучении по системе, принятой в СССР, упор делался на фундаментальность. В частности, основу составляли курсы, которые читались студентам на протяжении не только одного курса: 2, 3 и более семестров. Эти курсы охватывали достаточно большой объем какой-либо дисциплины и имели, как правило, достаточно завершенный вид. На математическом факультете: математический анализ (4-5 семестров), алгебра (2-3 семестра), дифференциальные уравнения (2 семестра), уравнения с частными производными (уравнения математической физики) (минимум 2 семестра), программирование в разных вариантах – 2 года обучения. И это, конечно, не предполагает учет еще специальных курсов. Отметим, что программирование предполагало знакомство с таким языком как “Ассемблер” – базовый язык, который способствует пониманию, как функционирует компьютер. Так называемые языки “высокого” уровня (Си, Си++, C#, Python) составляли вторую часть этого цикла и многие из них изучались на курсах по выбору в течении одного семестра и в первую очередь, по желанию студента. Тем более нереально изучить сразу многие из них или наудачу выбрать самый “главный”. В связи с развитием компьютерных наук такие курсы меняются достаточно часто. Кто сейчас помнит такие языки программирования как Бейсик или PL. А лет 20 назад (а может и 30) их считали самыми важными и востребованными. Проходили Советы факультета, где разбирались такие вопросы о том, как создать семинар по изучению PL и обязать посещать его всех преподавателей математического факультета. Но не успели организовать такой семинар, как появилась информация о том, что PL это уже вчерашний день и теперь надо изучать уже и при этом достаточно срочно такие языки, как Pascal или Си и т.д [4].

Подчеркнем, что подход к преподаванию и выбору курсов был основан всегда на фундаментальном подходе, на преобладании “больших” наукоемских курсов.

Болонская система, по-крайней мере, в Российской интерпретации призывала составлять траекторию из большого числа коротких курсов (модулей), а систему отчетности строить на получении “кредитов”, т.е. набору суммы баллов по предметам, которые “приглянулись” студенту доступностью их изучения. К счастью последняя идея так и не нашла своего воплощения в полном объеме, так как “новаторы” увлеклись чем-то другим.

Набор модулей часто состоял из фрагментарных сведений, которые не всегда были связаны друг с другом или напротив повторяли предшествующие . Такой подход в формировании траекторий обучения не предполагает серьезного отношения к проблеме выбора преподавателей. Советская (Российская) система была, быть может, илишне бюрократической, но тем не менее, как показала практика, была способна обеспечивать отбор педагогических кадров и в первую очередь лекторов. Во главу угла ставилась научно-педагогическая квалификация [5]. Она базировалась на учете образовательного уровня (наличия, например, базового образования), соответствующей степени или хотя бы наличия научных публикаций по тому разделу, который лежит в основе курса. Лекторов без степени утверждал Совет факультета, который состоял прежде всего из преподавателей со степенями и званиями, т.е. официально подтвердившими свою научно – педагогическую квалификацию. Быть может, такой вариант покажется старомодным, но в нем проглядывалась хоть какая-то система.

Среди лекторов были, конечно, приглашенные специалисты с предприятий, внешних организаций и иногда без степеней и званий. Но это были, как правило, специалисты, доказывавшие свою квалификацию: руководством организаций, крупных подразделений, заслуженные изобретатели, программисты, имеющие официально зарегистрированные патенты и программы и т.д. Если мы говорим о художественных специальностях или физической культуре, то приглашались заслуженные деятели искусства и ведущие тренеры, чьи ученики добились высоких результатов на соревнованиях высокого уровня. Не зря с 30 годов прошлого века был популрен лозунг “Кадры решают все” и, в том числе, и в образовании.

Вспомним некоторые моменты. После 1917 года последовала череда реформ в образовании, но в 1934 г. произошла самая важная из них, когда в систему образования возвратились многие основные принципы и правила дореволюционной системы образования. Возвратились и многие учебники. В 40 году Латвия была присоедина к СССР. Сообщество преподавателей высшей и средней школы было крайне удивлено тем обстоятельством, что в советской школе использовали старые царских времен учебники “Алгебра” Киселева А.П., “Физика” Перышкина А.В. и т.д. С их точки зрения это было архаизмом. В Латвии с 1918 года до 1940 года ориентировались на западные наработки в области образования. Но учебник Киселева был неплохой и скорее всего очень приличный и его использовали в советской школе до 70 годов (до реформы А.Н. Колмогорова). Тем не менее, такой подход позволил держать высокий уровень математического образования. Именно в СССР был запущен первый спутник, а многие советские ученые и, в первую очередь, в математике и физике пользовались заслуженным авторитетом мирового научного сообщества. Об этом говорит достаточно солидный список лауреатов престижных научных премий (Нобеля, Филдса, Абеля и т.д.).

В одной из своих статей ректор МГУ академик РАН В.А. Садовничий писал, что информационный взрыв и постоянная погоня за новизной, т.е. условиям, в котором живет сейчас молодежь, далеко не так безобидна. При больших скоростях и объемах информации, новых способах коммуникации риск допустить из вида главное, сбиться с пути, потерять ориентиры. В плюрализме мнений, при большом информационном шуме можно не расслышать голос истины. В этих условиях велика роль университетов. Сегодня, как много веков назад, смысл университета точно и полно передается значением слова “universitas” – совокупность, целостность, единство. В новых социально-экономических условиях значение фундаментальности образования особенно велико, поскольку в масштабах страны именно такое образование может обеспечивать насущные потребности инновационного развития экономики. Российская высшая школа всегда была сильна своей фундаментальностью.

Академик В.А. Садовничий также подчеркнул в одном из своих выступлений, что он считает необходимым сохранения фундаментального образования в стране [3].

Библиографический список

1. Арнольд В. И. Мы математики с Ленинских гор. –Москва: МГУ, 2017. 332 с.

2. Садовничий В.А. Университет 21 века. Размышления об университетском образовании. Статья из сборника “Математика в созвездии наук”. –Москва: МГУ, 2024. 464 с.

3. Садовничий В.А. Приоритеты развития системы высшего образования. Статья из сборника “Математика в созвездии наук”. –Москва: МГУ, 2024. 464 с.

4. Куликова А.Н., Куликов Д.А. Некоторые замечания к вопросу о качестве образования. – Материалы конференции: Математика и компьютерные науки в классическом вузе, 2020.

5. Куликов А.Н., Куликов Д.А., Куликова Л.А. О некоторых особенностях системы университетского образования в России. Сборник трудов VIII Международного научно-технического форума “Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025”. - Рязань. 2025. Том 10. С. 57-61.

УДК 378.147; ГРНТИ 14.35.09

ИСТОРИЯ ВУЗА И ДОСТИЖЕНИЯ ЕГО ВЫПУСКНИКОВ КАК СТИМУЛ ОВЛАДЕНИЯ ПРОФЕССИЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

С.И. Дорофеева

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполев– КАИ, Российская Федерация, Казань, drf-svetlana@yandex.ru

Аннотация. На примере преподавателей и выпускников КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева показаны достижения в научно-исследовательской, научно-педагогической деятельности, творчестве: Юрий Васильевич Кожевников (1932-2001), академик АН СССР, затем РАН Владимир Мефодьевич Матросов (1932-2001), Кавас Гараевич Гараев, ученый-исследователь и Генеральный конструктор одного из Казанских НИИ Шамиль Мидхатович Чабдаров (1937-2022), Сергей Георгиевич Григорьев – член-корреспондент РАО. Яркий пример творческого начала каистов – концерт «Музыкальное приношение», данный выпускниками КАИ, окончившими ещё и консерваторию, к 90- летию вуза.

Обучающиеся должны знать историю своего вуза, гордиться достижениями, вносить вклад в развитие и престиж вуза.

Ключевые слова: внеучебная работа, преподавание математики, история вуза.

THE HISTORY OF THE UNIVERSITY AND THE ACHIEVEMENTS OF ITS GRADUATES AS AN INCENTIVE FOR STUDENTS TO MASTER THEIR PROFESSION

S.I. Dorofeeva

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Russian Federation, Kazan, drf-svetlana@yandex.ru

Abstract. The achievements of teachers and graduates of the Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI in research, teaching, and creative activities are shown: Yuri Vasilyevich Kozhevnikov (1932-2001), Academician of the USSR Academy of Sciences, later the Russian Academy of Sciences, Vladimir Mefodievich Matrosov (1932-2001), Kavas Garayevich Garayev, a research scientist and General Designer at one of the Kazan Research Institutes, Shamil Midkhatovich Chabdarov (1937-2022), and Sergey Georgievich Grigoriev, a corresponding member of the Russian Academy of Education. A vivid example of the creative spirit of the KAI students is the concert "Musical Offering", given by the graduates of the KAI, who also graduated from the Conservatory, on the occasion of the 90th anniversary of the university.

Students should know the history of their university, be proud of its achievements, and contribute to its development and prestige.

Keywords: extracurricular activities, teaching mathematics, university history.

Студенты и выпускники КАИ (Казанского авиационного института) всегда с гордостью носили имя – каист. С первых шагов организации Казанского авиационного института в 1932 году активное участие принимали Николай Гурьевич Четаев (1902-1959), молодой ученый, выпускник математического отделения физико-математического факультета Казанского университета, занимающийся исследованиями в области аэродинамики и начальник Глававиапрома Петр Ионович Баранов (1892-1933) [1]. 5 марта 1932 года было принято решение

об организации Казанского авиационного института. 16 мая 1932 года была организована кафедра математики [2].

В настоящее время студенты Казанского национального исследовательского технического университета (КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева) обучаются в 5 институтах: Институт авиации, наземного транспорта и энергетики; Институт автоматики и электронного приборостроения; Институт компьютерных технологий и защиты информации; Институт радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий; Институт инженерной экономики и предпринимательства и на Физико-математическом факультете, а также в двух колледжах: Технический колледж и Колледж информационных технологий. Школьники могут поступить в Инженерный лицей – интернат КНИТУ-КАИ.

История КНИТУ-КАИ, биографии ее выпускников могут служить примером того, к чему стремится, чего можно добиться в науке, производственной карьере, творчестве.

Выпускник КАИ 1955 года Юрий Васильевич Кожевников (04.02.1932-22.03.2001) стал профессором, заведующим кафедрой высшей математики (1967-1972), заведующим кафедрой прикладной математики и информатики (1972-2001), деканом вновь организованного факультета вычислительных и управляющих систем (1972-1973), ректором КАИ (1977-1987), член-корреспондентом Академии наук РТ(1992).

Владимир Мефодьевич Матросов (1932-2001) с отличием окончил факультет летательных аппаратов (1956) и аспирантуру при кафедре теоретической механики (1959) Казанского авиационного института и остался работать в нашем институте: профессор, заведующий кафедрой высшей математики (1968-1972), организатор и первый заведующий кафедры кибернетики (1972-1975) и научно- исследовательской лаборатории, занимающейся исследованиями динамики и управления стратосферными и орбитальными обсерваториями, в том числе первой советской стратосферной обсерватории для субмиллиметрового телескопа, установленного на станции «Салют»-6».

С 1975 года работал в Сибирском энергетическом институте СО АН СССР; организатор Отдела теории систем и кибернетики, работал в Иркутском вычислительном центре.

С 1991 года В.М. Матросов директор Московского филиала Института проблем транспорта РАН. С 1987 года – академик АН СССР, далее – академик РАН. Важное направление исследований В.М. Матросова берет начало в работе 1962 г. по разработке метода векторных функций Ляпунова, в которых одновременно с Р. Беллманом (США) введено понятие векторной функции Ляпунова (ВФЛ), удовлетворяющей системе дифференциальных неравенств типа Чаплыгина. Именем В.М. Матросова названа малая планета – объект 17354-«Матросов». В 1968 году при кафедре была создана научно-исследовательская лаборатория специальных систем. Научный руководитель – В.М. Матросов, заведующий лабораторией – А.С. Земляков. С 1972 г. В.М. Матросов – заведующий вновь организованной в КАИ кафедры кибернетики. На кафедре работал научный семинар по методу вектор-функций Ляпунова и теории систем (руководитель – профессор В.М. Матросов).

Выпускником КАИ, так же как и академик В.М. Матросов, является один из заведующих кафедрой специальной математики Кавас Гараевич Гараев: Заслуженный профессор КАИ, доктор физико-математических наук, Заслуженный работник Высшей школы РФ, известный ученый в области приложения теоретико-групповых методов и математической теории управления. К.Г. Гараев заведовал кафедрой специальной математики в 1984-2017 гг. В 2000 г. по инициативе К.Г. Гараева основан физико-математический факультет КНИТУ-КАИ.

Замечательным преподавателем и человеком был Шамиль Мидхатович Чабдаров (1937-2022), с отличием окончивший Казанский авиационный институт. Работал заведующим кафедрой «Производство радиоаппаратуры», затем – радиоуправления, деканом радиотехнического факультета (в настоящее время ИРЭФ-ЦТ), затем директором, Генеральным конструктором Казанского НИИ радиоэлектроники, вице-президентом АН Республики Та-

тарстан. Ш.М. Чабдаровым получены значительные результаты в статистической радиотехнике. Основное направление научных исследований – анализ и синтез радиосистем, работающих в сложном комплексе помех и возмущающих воздействий при учете производственных факторов. Автор более 300 работ, среди них свыше 20 методических и учебных пособий. Получил 47 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Участвовал во всесоюзных и всероссийских научно-методических конференциях, возглавлял авторский коллектив по подготовке учебника для вузов «Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры». Ш.М.Чабдаров создал новое научное направление и научную школу, выполнил более 100 работ в области помехоустойчивости радиотехнических систем. Его научная школа характеризуется собственным математическим аппаратом с развитыми методами, доведенными до инженерного уровня. Ученики и последователи Ш.М. Чабдарова используют в качестве статистических моделей сигналов и помех смеси вероятностных распределений. Этот метод показал высокую эффективность для описания реальных процессов как в радиотехнике, так и в смежных областях. Предложенные методы и модели отличаются адекватностью новейшим информационным и материальным технологиям. Научные исследования Ш.М. Чабдарова отличаются последовательным развитием от математических и прикладных аспектов теории вероятностей системотехники до вопросов технологичности и эксплуатации радиоаппаратуры. Ш.М.Чабдаров награжден орденом «Знак почета», Почетной грамотой РТ.

Ш.М. Чабдаров был заведующим кафедрой радиоуправления, которую в 1952 году создал и возглавил направленный из Ленинграда к.т.н. Василий Иванович Поповкин (1924–2000 г.). 1952 год – год открытия в КАИ факультета авиационной радиотехники (5 факультет, радиотехнический факультет, он же институт радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий). В 1952–1961 годы деканом факультета был профессор В.И. Поповкин [3].

С 1971 года В.И. Поповкин в Рязанском радиотехническом институте: ректор (1971–1988г.) и заведующий кафедрой радиотехнических систем (1971–1995г.).

Сергей Георгиевич Григорьев – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики, директор института математики и информатики Московского городского педагогического университета, член-корреспондент РАО [4]. Сергей Георгиевич закончил Казанский авиационный институт, факультет электронновычислительных систем. С уважением вспоминал о занятиях, которые проводил у них Григорий Николаевич Чеботарёв.

Каисты проявляют свои таланты не только в научно-технологической сфере. К 90-летию КАИ на сцене Казанской консерватории состоялся концерт «Музыкальное приношение». Казанская государственная консерватория им. Н.Г. Жиганова – Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева. Выступали профессора и преподаватели консерватории, окончившие КАИ: председатель Ярославского отделения Союза композиторов России Виктор Кожевников (3 фак), Нина Варшавская (3 фак), Ирина Горбунова (5 фак.), Ирина Сачёва (9 фак.), Эдуард Туманский (2 фак.). (Номера факультетов указаны на время обучения студентов).

Издательство КНИТУ-КАИ выпускает серию книг ЖЗЛ-КАИ (Жизнь замечательных людей Казанского авиационного института), рассказывающую о биографиях, научных достижениях, творческих успехах учёных, работавших в КНИТУ-КАИ:

1. Нигматуллин Рашид Шакирович 2003г., 2008г.
2. Талантов Алексей Васильевич, 2008г.
3. Юнусов Файзрахман Салахович, 2004г., 2014г.
4. Вахитов Марат Бариевич, 2006г.
5. Алемасов Вячеслав Евгеньевич, 2007г.
6. Локай Виктор Иосифович, 2007г.
7. Щукин Виктор Константинович, 2007г.
8. Кузьмин Павел Алексеевич, 2008г.

9. Кожевников Юрий Васильевич, 2008г.
10. Лысов Михаил Иванович, 2009г.
11. Саламашкин Владимир Александрович, 2008г.
12. Куршев Николай Васильевич, 2009г.
13. Одиноков Юрий Георгиевич, 2011г.
14. Болгарский Анатолий Владимирович, 2011г.
15. Максутова Махфузя Каримовна, 2012г.
16. Симонов Михаил Петрович 2012г., 2014г.
17. Жирицкий Георгий Сергеевич, 2012г.
18. Ожиганов Леонид Иванович, 2012г., 2015г.
19. Застела Юрий Кириллович, 2013г.
20. Тунаков Алексей Павлович, 2013г.
21. Ливанов Николай Николаевич, 2015г.
22. Дрегалин Анатолий Федорович, 2016г.
23. Сиразетдинов Талгат Касимович, 2020г.
24. Сабирова Дания Киямовна, 2021г.

По биографиям и достижениям этих замечательных людей, которые работали в КАИ, а до этого многие и закончили наш вуз, можно проследить и историю нашей страны.

Включение преподавателем в занятия элементов истории и биографий выпускников вуза, в котором учатся студенты, не только повышает научный и методический уровень лекций и практических занятий, но и вызывает интерес к предмету и учебному процессу, к научным исследованиям, к творческой лаборатории исследователей.

Привлечение исторических сведений, делающих излагаемый материал более ярким, запоминающимся, помогает выделить ключевые моменты изложения, а также повышает общекультурную компетентность обучающихся [5].

Заключение

Доказательством того, что выпускники КНИТУ-КАИ → КГТУ→ КНИТУ-КАИ гордятся своим вузом, являются традиционные встречи выпускников в первых числах июня. Собираются множество людей, отмечающихся свои 10, 20, 25-летие юбилей. На встречу 50-летнего юбилея выпускникам радиотехнического пятого факультета КАИ (выпуск 1972 года) съехалось 137 человек со всех концов России и из-за границы. К юбилею выпустили книгу – автопортрет «Пятый, пятый – мы на связи».

Библиографический список

1. Дорофеева, С. И. Математика и ее окрестности / С. И. Дорофеева. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "Школа", 2022. – 83 с. – ISBN 978-5-00162-579-7. – EDN TNMSSU.

2. Дорофеева, С. И. Кафедра специальной математики в истории КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева / С. И. Дорофеева, З. Я. Якупов. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "Школа", 2023. – 100 с. – ISBN 978-5-00162-848-4. – EDN WYGDSI.

3. Казанский авиационный институт. Сб.статей под ред.проф. В.И. Локая. Казань: Татарское кн.изд-во, 1982.272 с.

4. Асланов Р.М. Педагоги современности в области математики и информатики/ Р.М.Асланов, Е.В.Баляева, Н.Г. Кузина, И.В. Столярова: под общ. ред. Р.М. Асланова.– М.: Прометей, 2019.– 644 с.

5. Дорофеева, С. И. Общекультурные компетенции при изучении высшей математики / С. И. Дорофеева // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2025 : Сборник трудов VIII Международного научно-технического форума. В 10 томах, Рязань, 04–06 марта 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2025. – С. 146-150. – EDN FSNPKO.

УДК 378.09; ГРНТИ 78.15

ОСОБЕННОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ «ОСНОВЫ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ» В ВУЗАХ СО ШТАТНЫМ ВОЕННЫМ УЧЕБНЫМ ЦЕНТРОМ

А.А. Баранов, А.Н. Лялюк
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, baranov.a.a@rsreu.ru

Аннотация. Проведен анализ требований к организации и реализации учебного процесса при изучения модуля «Основы военной подготовки» в высших учебных заведениях с целью определения проблемных вопросов и выработки предложений по их решению. Выявлены особенности изучения модуля в вузах, имеющих в своем составе структурное подразделение «Военный учебный центр», с соответствующим смещением акцентов в методическом и материально-техническом обеспечении учебного процесса.
Ключевые слова: основы военной подготовки, военный учебный центр, подготовка преподавательского состава, учебно-материальная база, технические средства обучения, методическое обеспечение.

Введение

Военно-политическая обстановка в мире продолжает деградировать в сторону конфронтации между группами государств с перерастанием её в военные противостояния, что непосредственно влияет на жизнь нашего общества и международную политику страны.

Учитывая данные обстоятельства, Департаментом государственной политики в сфере высшего образования Министерства науки и высшего образования РФ в рамках исполнения поручения Правительства РФ разработан модуль «Основы военной подготовки» (далее – модуль), обеспечивающий возможности проведения начальной военной подготовки для студентов и преподавательского состава соответствующих образовательных организаций высшего образования [1].

Важность обучения по данному модулю обусловливает необходимость подготовки студентов к выполнению обязанностей военной службы, формирования у них необходимых личностных и социально значимых качеств, а также к самостоятельной жизни и профессиональной деятельности в военной сфере.

Образовательный модуль реализуется исходя из базовых принципов и направлений военной подготовки, он состоит из основных разделов военной подготовки, тем военно-политической и правовой подготовки. Задача модуля – обеспечение формирования компетенции в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования «УК. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов» категории «Безопасность жизнедеятельности».

Основной целью освоения модуля является получение знаний, умений и навыков, необходимых для становления обучающихся образовательных организаций высшего образования (далее – вуз) в качестве граждан способных и готовых к выполнению воинского долга и обязанности по защите своей Родины в соответствии с законодательством РФ.

Программа модуля предназначена для организации и проведения учебных занятий с обучающимися вузов, имеющих базу подготовки и компетентный профессорско-преподавательский состав.

Задачами модуля «Основы военной подготовки» являются:

- формирование у обучающихся понимания главных положений военной доктрины РФ, а также основ военного строительства и структуры Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ);

- формирование у обучающихся высокого общественного сознания и воинского долга;
- воспитание дисциплинированности, высоких морально-психологических качеств личности гражданина – патриота;
- освоение базовых знаний и формирование ключевых навыков военного дела;
- раскрытие специфики деятельности различных категорий военнослужащих ВС РФ;
- ознакомление с нормативными документами в области обеспечения обороны государства и прохождения военной службы;
- формирование строевой подтянутости, уважительного отношения к воинским ритуалам и традициям, военной форме одежды;
- изучение и принятие правил воинской вежливости;
- овладение знаниями уставных норм и правил поведения военнослужащих.

Модуль также может быть использован при разработке дополнительных профессиональных программ.

Реализация модуля обеспечивается:

- учебно-методической литературой (учебно-методическими материалами, источниками учебной информации) по всем учебным разделам модуля в количестве, позволяющем осуществлять их одновременное изучение всеми обучающимися;
- доступом каждого обучающегося к базам данных вуза и библиотечным фондам, формируемым по всей номенклатуре учебных разделов модуля;
- наличием методических пособий и рекомендаций, в т.ч. в электронном виде, по всем видам учебных занятий всех разделов модуля, а также доступом к аудио-, видео-, мультимедийным учебным материалам и иным наглядным пособиям.

Материально-техническая база для реализации модуля включает:

- базу для общевоенной подготовки: плац, оборудованный в соответствии с требованиями общевоинских уставов; аудитории для изучения уставов ВС РФ, огневой подготовки из стрелкового оружия, медицинской подготовки и радиационной, химической и биологической защиты (далее – РХБ);
- полевую учебную базу с размещенными на ней объектами, обеспечивающими проведение практик использования войсковых фортификационных сооружений, а так же минно-взрывных инженерных заграждений;
- информационные ресурсы (средства) обучения: библиотеки, читальные залы, информационно-образовательная среда в сети «Интернет», специализированные компьютерные программы, кино-, фото- и видеоматериалы [1].

Обзор проблемных факторов организации учебного процесса изучения модуля в высшем учебном заведении

Рассмотрению отдельных проблем преподавания модуля посвящены ряд научных работ, некоторые из них приведены ниже.

В статье [2] анализируется проблематика подготовки преподавательских кадров к реализации образовательного модуля. В силу объективных проблем по обеспечению учебного процесса учебно-материальной базой (УМБ) ключевыми элементами в образовательном процессе выступают применение мультимедийных технологий, методика объяснения и иллюстрации, а также культивирование умений коллективного взаимодействия. Также эффективность преподавания данного модуля достигается подготовкой педагогических кадров, которая учитывает современные педагогические, военно-политические и другие социокультурные реалии. Преподаватель должен быть профессионально компетентным, обладать высоким уровнем гражданственности и патриотизма. Он должен быть готов работать с особенностями когнитивного развития студентов.

Для достижения соответствия преподавателей требованиям необходимо организовать их дополнительное обучение и повышение квалификации, что уже реализуется в некоторых

вузах, таких как Нижегородский государственный университет. Таким образом, успешная реализация модуля «Основы военной подготовки» в вузах зависит от комплексного подхода, включающего как улучшение УМБ, так и подготовку педагогических кадров, способных эффективно обучать студентов в условиях современных образовательных вызовов.

В статье [3] проведён краткий анализ подходов различных учёных в области педагогики, посвятивших свои труды исследованию процесса преподавания учебной дисциплины «Основы военной подготовки» в системе высшего профессионального образования в РФ. Преподаватели вузов не должны ограничиваться лишь передачей знаний, но и уметь находить наиболее подходящие методы обучения, использовать актуальные образовательные технологии и формировать творческую среду для студентов.

Актуальной становится активная форма обучения, способствующая более глубокому вовлечению студентов в образовательный процесс. Такие инновационные подходы требуют от преподавателей гибкости и креативности, позволяя студентам самостоятельно развиваться и принимать участие в учебной деятельности. В результате учебный процесс становится более динамичным и ориентированным на потребности обучающихся, что, безусловно, положительно сказывается на общем результате восприятии знаний. Основой инноваций служит технологический метод обучения, который предполагает передачу студентам знаний и формирование действий по заданным образцам, что способствует эффективному репродуктивному обучению.

В статье [4] рассматриваются специфические проблемы в преподавании модуля и предлагаются общие подходы к их эффективному решению. Прежде всего говорится о необходимости модернизации УМБ преподавания модуля. Затем указывается на возможности, существующие для оптимизации хода аудиторной и внеаудиторной работы. В результате исследования авторы приходят к выводу о том, что к преподавательскому составу выдвигается ряд принципиально новых требований.

Также отмечается, что важное значение в освоении модуля имеет формирование у обучающихся гражданственности и патриотизма, которые в свою очередь необходимо осуществлять с учётом особенностей восприятия, характерных для поколения Z. Это преимущественно зрительное восприятие, а значит широкое использование различных средств визуализации, например, мультимедийные презентации. В то же время мультимедийные презентации должны стимулировать положительные эмоции обучающихся. При этом сохраняют свою актуальность правила постепенного усложнения заданий и подведение промежуточных итогов по мере усвоения отдельных тем. Далее, ввиду нехватки в большинстве российских вузов учебного оружия и иных элементов УМБ, обеспечивающей освоение модуля, а равно и специалистов по тактической, топографической и строевой подготовке, повышенное внимание должно уделяться практической стороне обучения. В свою очередь в ряду приобретаемых умений и навыков у обучающихся важное место занимает способность к эффективной командной работе.

В статье также указано, что обучение студентов в условиях современного вуза сопряжено с рядом негативных факторов и приведена характеристика аудиторной работы, способствующие редукции действия негативных факторов изучения модуля, а именно:

- учет особенностей реализации когнитивной деятельности современными студентами;
- расширение использования практико-ориентированных форм организации учебной деятельности;
- освоение профессорско-преподавательским составом современных методов обучения;
- уровень компетентности педагогических работников, позволяющий эффективно осуществлять учебную работу.

Таким образом, анализ существующих наработок по организации и проведению учебного процесса в изучении модуля указывает на основные три проблемы:

- недостаточный уровень подготовки педагогов для проведения занятий;

- неукомплектованность УМБ;
- изменяющиеся во времени особенности когнитивного восприятия обучающимися учебного материала.

Особенности учебного процесса изучения модуля в высшем учебном заведении со штатным Военным учебным центром в составе вуза

Наличие структурного подразделения - Военный учебный центр (ВУЦ) в составе вуза несколько упрощает решение отдельных проблем, характерных для других вузов, но часть проблем остаются одинаковыми для всех. Обучение студентов по программе модуля значительно отличается по объему и содержанию от программы подготовки в ВУЦ. Поэтому необходимо отдельно выявить проблемы преподавания модуля и определить пути их решения.

Создание ВУЦ в вузах изначально осуществлялось в субъектах РФ на территории, где, как правило, функционируют высшие военные учебные заведения или развернуты войсковые объединения. Это обстоятельство прежде всего влияет на решение основной проблемы преподавания модуля - наличие подготовленных преподавательских кадров, а также дальнейшую возможность для них повышения квалификации.

Важно, что в ВУЦ имеется методическая база по содержанию и проведению всех видов занятий модуля, позволяющая применять современную методику обучения с учетом когнитивных особенностей обучающихся. Также в ВУЦ при обучении рядового состава запаса в программу подготовки включаются современные требования по опыту проведения СВО, что можно оперативно включать в программу модуля.

Вместе с тем главной проблемой безотносительно вида вуза (со штатным ВУЦ или без него) остается отсутствие комплекта УМБ и обеспеченность техническими средствами обучения (ТСО). Если обеспеченность ТСО новых классов для проведения занятий по модулю еще можно обеспечить в рабочем порядке по ранее отработанным способам поставки оборудования, то заказать и тем более закупить полный комплект УМБ по всем темам модуля представляется весьма проблематичным. Очевидно, комплект УМБ должен быть универсальным, достаточным для проведения практических занятий в составе групп до 16 обучающихся и связанных с наличием макетов, тренажеров и табельных средств войскового материально-технического снабжения

Особенностью Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф.Уткина (далее – РГРТУ) является наличие ВУЦ в качестве отдельного структурного подразделения при университете, в котором обучают студентов по соответствующим программам подготовки офицеров и рядовых запаса профильных военно-учетных специальностей. В ВУЦ имеется полигонная база с учебной военной техникой и подготовленные преподаватели с опытом военной службы.

Для преподавания модуля привлечены преподаватели категории «офицеры запаса» с большим практическим опытом, в том числе имеющим педагогический стаж более 10 лет. Также в Рязани функционирует Рязанский государственный педагогический университет, в котором проходят переподготовку и повышение квалификации педагоги РГРТУ.

Таким образом видно, что в вузе с ВУЦ подготовка и осуществление учебного процесса по изучению модуля проблемы смещены в основном в обеспечение УМБ и ТСО. Другие проблемные вопросы решаются в рабочем порядке.

Библиографический список

1. Письмо Минобрнауки от 21.12.22 №МН-5/35982 «О направлении модуля «Основы военной подготовки» на 13 листах.
2. Зайцев О.Н., Годлевский П.П., Целуйко А.В. Подготовка педагогических работников к преподаванию модуля «Основы военной подготовки» для студентов вузов // Мир науки. Педагогика и психология [Электронный ресурс]. – 2024. – №5. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-pedagogicheskih-rabotnikov-k-prepodavaniyu-modulya-osnovy-voennoy-podgotovki-dlya-studentov-vuzov. – Дата доступа: 16.04.2026.
3. Целуйко А.В., Годлевский П.П., Зайцев О.Н. Об инновационных подходах в преподавании учебной дисциплины «Основы военной подготовки» в высшем учебном заведении // Мир науки. Педагогика и психология [Электронный ресурс]. – 2024. – №5. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-innovatsionnyh-podhodah-v-prepodavanii-uchebnoy-distsipliny-osnovy-voennoy-podgotovki-v-vysshem-uchebnom-zavedenii.– Дата доступа:: 16.04.2026.
4. Макарова Е.В., Еськов В.А., Абакумец А.Э. Актуальные проблемы преподавания модуля «Основы военной подготовки» при освоении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» студентами вузов // Проблемы современного педагогического образования [Электронный ресурс]. – 2025. – №87-2. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-prepodavaniya-modulya-osnovy-voennoy-podgotovki-pri-osvoenii-distsipliny-bezopasnost-zhiznedeyatelnosti. – Дата доступа:: 16.04.2026.

УДК 353.2 ГРНТИ 04.51

СОЦИАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МОЛОДЁЖИ

А.А. Баранов*, Е.А. Пахомов**

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, baranoff59@yandex.ru*

***Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознамённое командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова, Российская Федерация, Рязань, paaegoraa@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается опыт социального проектирования в сфере патриотического воспитания и физической подготовки молодёжи на примере проекта «Механизм вовлечения молодёжи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»». Описаны методологические основы социального проектирования, его роль в развитии гражданского общества. Представлены цели, задачи, целевая аудитория и ожидаемые результаты проекта, а также динамика развития ММА в Рязанской области. Особое внимание уделено интеграции спортивных и патриотических компонентов, формированию устойчивой модели взаимодействия органов власти, спортивных федераций, образовательных учреждений и общественных организаций.

Ключевые слова: социальное проектирование, патриотическое воспитание молодёжи, физическая подготовка, смешанные боевые единоборства (ММА), межведомственное взаимодействие, региональная программа «ГЕРОИ62».

SOCIAL DESIGN IN THE SPHERE OF PATRIOTIC EDUCATION AND PHYSICAL TRAINING OF YOUTH

A.A. Baranov*, E.A. Pakhomov**

**Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, baranoff59@yandex.ru*

***Ryazan Guards Higher Airborne Order of Suvorov Twice Red Banner Command School named after General of the Army V.F. Margelov, Russia,, Ryazan, paaegoraa@mail.ru*

The summary. This article examines the experience of social design in the field of patriotic education and physical training of youth using the example of the project "Mechanism for Engaging Young People in Mixed Martial Arts (MMA) Classes 'The Ryazan Land Heroes Memorial Cup'." The methodological foundations of social design and its role in the development of civil society are described. The project's goals, objectives, target audience, and expected results are presented, as well as the dynamics of MMA development in the Ryazan Region. Particular attention is paid to

the integration of sports and patriotic components and the development of a sustainable model of interaction between government agencies, sports federations, educational institutions, and public organizations.
Keywords: social design, patriotic education of youth, physical training, mixed martial arts (MMA), interdepartmental cooperation, regional program "HEROES62."

С целью решения значимых общественных задач применяется социальное проектирование как комплекс действий, направленный на получение заранее запланированных результатов для решения актуальной социальной проблемы. Проект всегда ограничен временем, территорией, человеческими, материальными и финансовыми ресурсами. По определению Курбатова В.И. «социальный проект» представляет собой сконструированное инициатором проекта нововведение, целью которого является создание, модернизация или поддержание в изменившейся среде материальной или духовной ценности, которое имеет пространственно-временные и ресурсные границы, воздействие которого на людей считается положительным по своему социальному значению [1]. Цель социального проекта отражает представление его разработчиков о том, что должно измениться к лучшему в жизни определённой группы людей и является описанием образа конечного результата деятельности. Задачи социального проекта отражают конкретные шаги, которые нужно предпринять, чтобы достичь цели. Социальное проектирование – один из способов развития гражданского общества. Участие граждан в выработке и принятии решений по проектам, их корректировке, является одной из фундаментальных основ практики создания проектов в разных социально значимых сферах. В частности, существенными факторами социального развития России являются патриотическое воспитание молодежи и её привлечение к спорту.

В ряде трудов раскрываются проблемы, связанные с мотивированием молодежи к занятию спортом, участию в общественной работе патриотической направленности, и предлагаются формы и методы их преодоления. Юдина Н.П. и Лепешкин Н.Я. рассматривают формирование патриотического сознания студентов на основе нового смыслового наполнения ценностного отношения к патриотизму. В российской реальности, как считают авторы, сложилось противоречие между осознаваемой на всех уровнях социальной иерархии необходимостью актуализировать национально-духовные ценности отечественной культуры и фрагментарным (бессистемным) осуществлением патриотического воспитания в образовательных организациях разного типа [2].

Борисова Д.О. проводит комплексный анализ деятельности учебно-методического центра военно-патриотического воспитания «Авангард» как ключевого элемента современной системы подготовки молодежи к военной службе в Российской Федерации. В работе исследуются исторические, правовые и социально-политические предпосылки создания Центра, ставшего уникальным проектом в Москве и Московской области [3]. В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете на основе анкетирования исследованы подходы к привлечению студенческой молодежи к занятиям физической культурой и спортом [4]. Определены предпочтения мест занятий: спортивный зал и домашние условия. Показано, что большинство опрошенных осознают необходимость занятий физической культурой для укрепления здоровья и долголетия. Обоснована необходимость разработки адаптированной программы по дисциплине «Физическая культура и спорт» с учетом профессиональных особенностей будущей деятельности студентов, а также их интересов и мотивации.

Вызывает интерес проведенный С.И. Коньковой анализ опыта вузов по внедрению занятий ушу в учебный процесс в качестве дисциплины по физической культуре. Автор делает вывод о положительном влиянии занятий ушу на здоровье студентов и формировании устойчивой мотивации к ведению здорового образа жизни [5]. Следует отметить, что в последние годы инициируется создание новых проектов в исследуемой сфере. Например, проект «Высшая лига айкидо» появился по инициативе Федерации айкидо Саратовской области в сентябре 2022 года для профориентации и формирования кадрового резерва инструкторов

из числа спортсменов с большим соревновательным опытом. В феврале 2021 года в России появился спортивно-адаптивный центр «Орто Спорт» для реабилитации и создания экосистемы восстановления: физической, психологической и социальной. С началом специальной военной операции (СВО) возник проект «Школа «Вызов чемпиона»» – программа, которая учит военнослужащих с ампутациями бегать на протезах. В 2024 году проект получил поддержку Фонда президентских грантов. Проект объединил 20 участников из разных уголков России – военнослужащих и участников СВО, потерявших конечности. Финальной проверкой стали 10 км Московского марафона, которые они пробежали наравне с обычными спортсменами. Все участники отметили улучшение физического и эмоционального состояния, 100% продолжают тренироваться, а 90% рассматривают возможность профессионального развития в адаптивном спорте.

Еще один проект с участием ветеранов СВО подробно рассмотрим в данной работе.

Проект «Механизм вовлечения молодежи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»»

Данный социальный проект был разработан в ходе реализации региональной программы подготовки высококвалифицированных руководителей из числа участников СВО «ГЕРОИ62», которая впервые проведена в Рязанской области в 2025 и 2026 годах. Автор проекта - Егор Андреевич Пахомов, выпускник Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища (РГВВДКУ), участник СВО, кавалер двух орденов Мужества, гвардии капитан, преподаватель кафедры Военно-политической работы в войсках(силах) РГВВДКУ.

Основные характеристики проекта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики проекта «Механизм вовлечения молодежи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»»

Цель проекта	Создать и реализовать в период с марта по декабрь 2026 года механизм вовлечения молодежи в занятия ММА через повышение статуса турнира «Кубок памяти Героев земли Рязанской», совершенствование качества судейства, расширение географии участвующих спортсменов, развитие межведомственной информационной кампании и последующую маршрутизацию молодежи в спортивные секции.
Основные задачи	1)обосновать стратегическую и региональную значимость проекта; 2)обеспечить ресурсную и организационную подготовку Кубка; 3)усовершенствовать состав участников, судей и площадку проведения; 4)реализовать межведомственную информационную кампанию; 5)провести Кубок в декабре 2026 года; 6)оценить результаты и эффекты проекта; 7)разработать и реализовать мемориально-патриотический блок проекта с участием семей Героев СВО, представителей патриотических и ветеранских организаций, образовательных учреждений и молодежной аудитории.
Целевая аудитория	Молодежь Рязанской области (14-35 лет), прежде всего школьники, студенты СПО и вузов, молодые спортсмены, семьи погибших героев СВО и зрители турнира. Дополнительная ЦА проекта – родители, тренеры, спортивные школы и клубы, органы публичной власти, общественные и патриотические организации.
Ожидаемые результаты	Проведение турнира с участием не менее 300 спортсменов, 35-40 команд и представителей 12-15 регионов, повышение уровня судейства и медиа охвата, патриотическое воспитание молодежи, расширение контингента занимающихся ММА в регионе.

Концепция проекта предполагает использование спортивных мероприятий не только как формы физического развития молодежи, но и как инструмента гражданско-патриотического воспитания, основанного на уважении к подвигу защитников Отечества,

сохранении исторической памяти и включении молодежи в ценностно значимую общественную повестку (см.рис.1). Формат турнира «Кубок памяти Героев земли Рязанской» позволяет соединить соревновательную мотивацию, эмоциональное сопереживание и воспитательный компонент, делая память о героях доступной для молодых людей через сопричастность, личное присутствие, церемониал и диалог поколений.



Рис. 1. Стратегический контекст проекта «Механизм вовлечения молодежи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»»

Актуальность проекта обусловлена тем, что в Рязанской области смешанные боевые единоборства (ММА) находятся в фазе активного развития. По итогам 2024 года Федерация ММА Рязанской области (далее - Федерация) была признана лучшей в Центральном федеральном округе. Рязанские спортсмены подтверждают конкурентоспособность на межрегиональном уровне: в 2025 году сборная области заняла первое общекомандное место на первенстве ЦФО среди юношей 16–17 лет. Благодаря программе развития смешанных боевых единоборств в регионе за последние три года число занимающихся возросло с 550 человек до 750, количество спортивных клубов увеличилось с 12 до 15, а количество организованных соревнований выросло с 9 до 11. В 2025 году Федерация фиксирует уже 800 занимающихся (см. рис.2), 4 бесплатные секции, 12 платных клубов, проведение 10 спортивных мероприятий, 2 судейских семинаров, 2 тренерских семинаров и 4 тренировочных сборов [6].

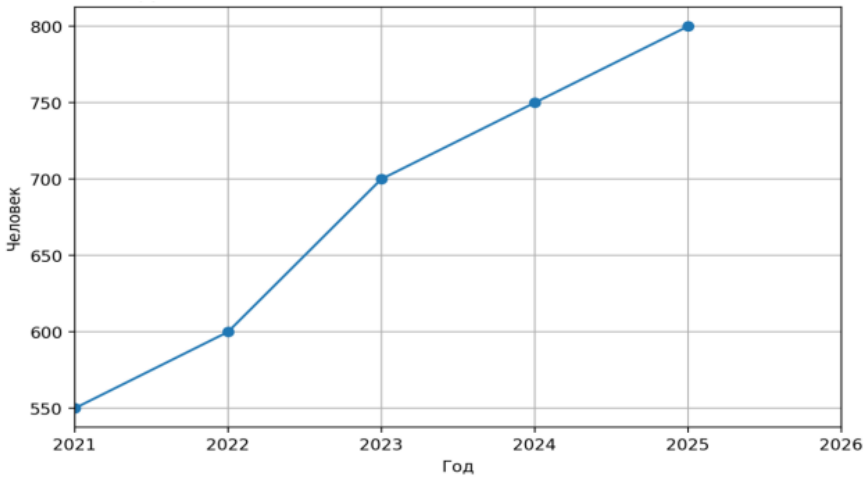


Рис. 2. Динамика числа занимающихся ММА в Рязанской области в 2021-2025 гг.

Одновременно с вышеуказанным стоит отметить, что Рязань обладает выраженной воинской спецификой, имеет статус «столицы ВДВ». На территории региона расположено РГВВДКУ и дислоцирован 137 полк [7]. По этой причине акцент на памяти героев Рязанской земли и символике ВДВ делает данный социальный проект не только спортивным, но и патриотическим, что усиливает его общественную значимость.

В 2023 году в соревнованиях приняли участие 150 спортсменов из 12 команд регионов Рязанской области . В 2024 году турнир собрал уже 228 спортсменов из 31 команды Рязани, районов области, Москвы и других регионов. В 2025 году в Кубке памяти Героев земли Рязанской приняли участие 252 спортсмена из 37 команд из Рязани, Рязанской области, Тульской, Липецкой, Владимирской, Московской, Ивановской, Белгородской, Ярославской, Смоленской, Калужской областей и города Москвы [8]. 25 января 2026 года на базе СШ «Евпатий Коловрат» состоялись чемпионат и первенство Рязанской области по ММА, что подтверждает устойчивость регионального календаря соревнований и высокий интерес к данному виду спорта. Тем самым проект опирается не на гипотетическую, а на уже сложившуюся траекторию роста (см. рис. 3). Это свидетельствует о наличии в регионе организационного и спортивного задела для дальнейшего развития ММА, однако данный рост требует не только проведения соревнований, но и создания управленческого механизма вовлечения молодежи в регулярные занятия спортом, их маршрутизации в секции и усиления межведомственной поддержки проекта.

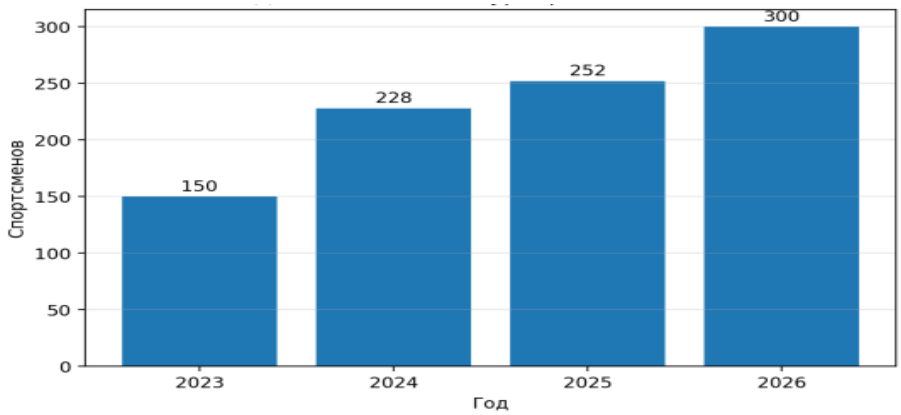


Рис. 3. Динамика численности участников Кубка памяти Героев земли Рязанской в 2023-2025 годах и план на 2026 год

Достигнутый рост сам по себе не решает проблему качества и масштаба ключевого памятного турнира. Наряду с организационными и ресурсными ограничениями недостаточно полно используется патриотический и мемориальный потенциал турнира. Память о Героях земли Рязанской пока не в полной мере переведена в систему содержательных форматов, понятных и значимых для молодежной аудитории: взаимодействие с семьями героев, встречи с представителями патриотических объединений, мемориально-церемониальные практики, информационные материалы о героях и воспитательное сопровождение участников требуют большей системности. В результате турнир воспринимается прежде всего, как спортивное событие, тогда как его потенциал как инструмента сохранения памяти и гражданско-патриотического воспитания молодежи реализуется не полностью.

Следовательно, для качественного рывка требуется не просто провести очередной турнир, а создать устойчивую модель взаимодействия органов власти, Федераций ММА Рязанской области и других регионов, образовательных учреждений, патриотических организаций, СМИ и партнеров, что отражено в дорожной карте данного социального проекта. Определены ресурсы, необходимые для реализации проекта, проведена оценка рисков проекта и т.п.

Разработана система индикаторов, позволяющих оценить количественные результаты проекта, охватывающих как спортивную составляющую проекта, так и его организационный, информационный и социальный эффект. Предлагаемые показатели позволяют зафиксировать масштаб проведения Кубка, уровень его межрегионального охвата, интенсивность подготовительной работы, а также первичный эффект вовлечения молодежи в занятия ММА. Плановые значения количественных результатов проекта представлены в таблице 2.

Таблица 2. Количественные результаты проекта «Механизм вовлечения молодежи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»»

Показатель	Плановое значение
Количество спортсменов - участников Кубка	не менее 300
Количество команд	35-40
Количество регионов-участников	12-15
Количество почетных гостей	не менее 10
Количество публикаций и сообщений в СМИ/соцсетях	не менее 100
Количество мероприятий по подготовке проекта	не менее 10
Количество обращений/консультаций по записи в секции	не менее 100
Количество представителей семей участников СВО, ветеранских и патриотических объединений, вовлеченных в проведение мероприятия	не менее 15
Количество публикаций и материалов, раскрывающих мемориально-патриотическое содержание проекта	не менее 30
Количество образовательных организаций, охваченных патриотическим информационным сопровождением проекта	не менее 30

Качественными результатами проекта станут прежде всего повышение статуса турнира, который будет восприниматься не как локальное спортивное мероприятие, а как значимое межрегиональное событие, сочетающее спортивную, общественную и патриотическую функции. Повышение статуса будет выражаться в расширении его представительности, в улучшении качества организационного сопровождения, в расширении церемониальной и содержательной части, а также в росте его узнаваемости среди профессионального спортивного сообщества, молодежной аудитории и общественных объединений. Проведение турнира с участием многочисленных команд из других субъектов Российской Федерации, почетных

гостей, квалифицированных судей и при наличии качественного информационного сопровождения будет способствовать росту имиджевого капитала региона в сфере спорта и молодежной политики, укреплению репутации Рязани как территории, способной принимать соревнования межрегионального масштаба. Такое доверие имеет принципиальное значение для перспектив развития проекта, поскольку именно от репутации площадки во многом зависит готовность спортсменов, тренеров, судей и партнерских организаций участвовать в подобных мероприятиях в последующие годы.

К качественным результатам проекта можно также отнести формирование общественно значимой практики сохранения памяти о героях Рязанской земли через спортивное событие, поскольку турнир выполняет не только соревновательную, но и воспитательную функцию, формируя уважительное отношение молодежи к подвигу защитников Отечества, усиливая связь поколений и привлекая семьи героев, патриотические объединения к общественной жизни региона. Участие в турнире, формирование устойчивой ценностной связки «спорт – память о героях – воспитание молодежи», символика, церемониал, присутствие почетных гостей, акцент на памяти о Героях земли Рязанской и на значении служения Отечеству - всё это формирует у молодежи особое восприятие спорта как среды личностного становления. Закрепление такой связки особенно важно для Рязани, где патриотическая тематика, воинская традиция и образ ВДВ являются частью региональной идентичности. .

Ожидаемые социальные эффекты проекта выходят за пределы проведения одного турнира. Его реализация будет способствовать повышению престижа Рязанской области, усилению роли Рязани как центра воинских традиций, росту интереса молодежи к занятиям ММА и укреплению партнерского взаимодействия между органами власти, спортивной федерацией и общественными организациями.

Существенным результатом проекта станет усиление взаимодействия между региональными спортивными федерациями, органами государственной власти, образовательными организациями и патриотическими объединениями. Реализация проекта требует межведомственного сотрудничества, в рамках которого спортивная составляющая объединяется с задачами молодежной политики, воспитательной работы и сохранения исторической памяти. Это взаимодействие будет выражаться не только в совместной подготовке и проведении турнира, но и в согласовании информационной кампании, участии образовательных организаций в продвижении проекта, подключении общественных и патриотических структур к церемониальной и содержательной части мероприятия, а также в формировании устойчивой партнерской сети. В результате проект станет площадкой координации интересов различных институтов, работающих с молодежью, а сама модель взаимодействия сможет быть использована и в дальнейшем при реализации аналогичных инициатив.

Таким образом, для решения социально значимых задач общества имеется методологический аппарат в виде алгоритма социального проектирования. Универсальность данного методологического аппарата дает возможность его применения в различных сферах, в том числе, при организации патриотического воспитания и физической подготовки молодёжи. В частности, социальный проект «Механизм вовлечения молодежи в занятия смешанными боевыми единоборствами ММА «Кубок памяти Героев земли Рязанской»» ориентирован не только на достижение спортивного результата, но и на формирование устойчивого механизма вовлечения молодежи в спорт через крупное спортивно-патриотическое событие, учитывающее региональную специфику и стратегические приоритеты развития. За счет общего и поэтапного планирования работ с выделением необходимого материально-технического обеспечения проект способствует институционализации практики сохранения памяти о героях СВО на основе межведомственного взаимодействия при проведении спортивно-патриотического мероприятия, реализующего цели молодежной политики, спортивного развития и образования.

Библиографический список

1. Курбатов В. И. Социальное проектирование: учеб. пособие. – Ростов-н/ Д : Феникс, 2001.
2. Юдина Н.П., Лепешкин Н.Я. Формирование патриотического сознания студентов в ведомственном вузе: поиск теоретических оснований и практических решений // Векторы психолого-педагогических исследований [Электронный ресурс]. – 2026. – №1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-patrioticheskogo-soznaniya-studentov-v-vedomstvennom-vuze-poisk-teoreticheskih-osnovaniy-i-prakticheskih-resheniy – Дата доступа: 27.02.2026.
3. Борисова Д.О. Учебно-методический центр «Авангард»: опыт работы и перспективы развития // Наука. Общество. Оборона [Электронный ресурс]. – 2026. – №1 (46). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/uchebno-metodicheskiy-tsentr-avangard-opyt-raboty-i-perspektivy-razvitiya – Дата доступа: 18.02.2026.
4. Сафонова О.А., Сафонов Д.В. Анализ вовлеченности студенческой молодежи в физическую культуру и спорт // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт [Электронный ресурс]. – 2026. – №1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vovlechennosti-studencheskoy-molodezhi-v-fizicheskuyu-kulturu-i-sport – Дата доступа: 20.02.2026.
5. Конькова С. И. Ушу в системе физического воспитания вузов: обзор современных исследований о влиянии на здоровье студентов // Северный регион: наука, образование, культура [Электронный ресурс]. –2026. – №1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ushu-v-sisteme-fizicheskogo-vospitaniya-vuzov-obzor-sovremennyh-issledovaniy-o-vliyanii-na-zdorovie-studentov – Дата доступа: 22.02.2026.
6. Приказ Министерства спорта РФ от 15 марта 2022 г. N 192 «Об утверждении программы развития вида спорта «Смешанное боевое единоборство (ММА)» в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/404506590/ – Дата доступа: 21.01.2026.
7. Малков П.В. Нас связывает крепкое десантное братство // Правительство Рязанской области: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://admshack.ryazan.gov.ru/news/245417/ – Дата доступа: 22.02.2026.
8. Кубок памяти Героев земли Рязанской по смешанному боевому единоборству (ММА) // официальный сайт министерства физической культуры и спорта Рязанской области [Электронный ресурс]. –2025. – Режим доступа: https://minsport.ryazan.gov.ru/news/303199/ – Дата доступа: 27.12.2025.

УДК 378.016; ГРНТИ 27.01.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОПАСНОСТИ

Г.С. Лукьянова, К.А. Ципоркова

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, lukyanova.g.s@rsreu.ru

Аннотация. В работе рассматриваются возможности использования нейросетей при обучении математике, возникающие при этом возможности и негативные последствия.

Ключевые слова: обучение математике, искусственный интеллект, организация самостоятельной работы.

NEURAL NETWORKS IN TEACHING MATHEMATICS: PROSPECTS AND RISKS

G.S. Lukyanova, K.A. Tsiporkova

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, lukyanova.g.s@rsreu.ru

Abstract. The paper examines the prospects of applying neural networks in teaching mathematics, the opportunities they offer, and the potential negative consequences.

Keywords: teaching mathematics, artificial intelligence, independent learning organisation.

Нейросети стремительно развиваются и все чаще используются в повседневной жизни при поиске ответов на различные вопросы. Студенты и школьники активно применяют искусственный интеллект при выполнении домашних заданий и самостоятельных работ по всем изучаемым дисциплинам, в том числе и по математике. Существует большое количест-

во сервисов, позволяющих ввести задачу и получить ответ [4, с. 118]. При этом зачастую от нейросети запрашивается подробное решение [3] заданного примера, которое без раздумий переписывается в тетрадь. Это приводит к недостаточному осмыслению изучаемого материала и к отрицательным результатам обучения. Происходит снижение мотивации к саморазвитию и уровня качества знаний обучающихся [2, с. 267]. Поэтому перед преподавателем математики стоит задача организовать работу студентов с нейросетью так, чтобы активизировать познавательную деятельность учащихся и научить критически анализировать ответы искусственного интеллекта.

Рассмотрим варианты использования нейросетей при решении некоторых задач из курса математики в техническом вузе.

Искусственный интеллект помогает решать вспомогательные рутинные задачи

Пример 1. При изучении темы «Кратные интегралы» наибольший интерес представляет построение области интегрирования и переход к повторным интегралам. Предложим ГигаЧат, MathGPT и Qwen3.6-Plus решить следующую задачу: вычислить $\iint\limits_D y\,dxdy$, где область D ограничена линиями $y=0$, $y=\sqrt{x}$, $x+y=2$. Все сервисы дают правильный ответ, однако у ГигаЧат возникают проблемы с построением чертежа (рис. 1) и не представлено обоснование перехода к повторному интегралу $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{y^2}^{2-y} ydx$. MathGPT предлагает два способа решения задачи $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{y^2}^{2-y} ydx$ и $\int\limits_0^1 dx \int\limits_0^{\sqrt{x}} ydy + \int\limits_1^2 dx \int\limits_0^{2-x} ydy$, но тоже не может построить область интегрирования. Только Qwen3.6-Plus по дополнительному запросу строит область интегрирования (рис. 2) и объясняет почему рациональнее использовать переход к интегралу $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{y^2}^{2-y} ydx$.

Студентам на занятиях можно предложить самостоятельно строить области интегрирования, осуществлять переход к повторным интегралам и использовать нейросети для их вычисления, то есть для ускорения рутинной работы.

Так же полезно предложить студентам применять искусственный интеллект для проверки правильности полученного решения.

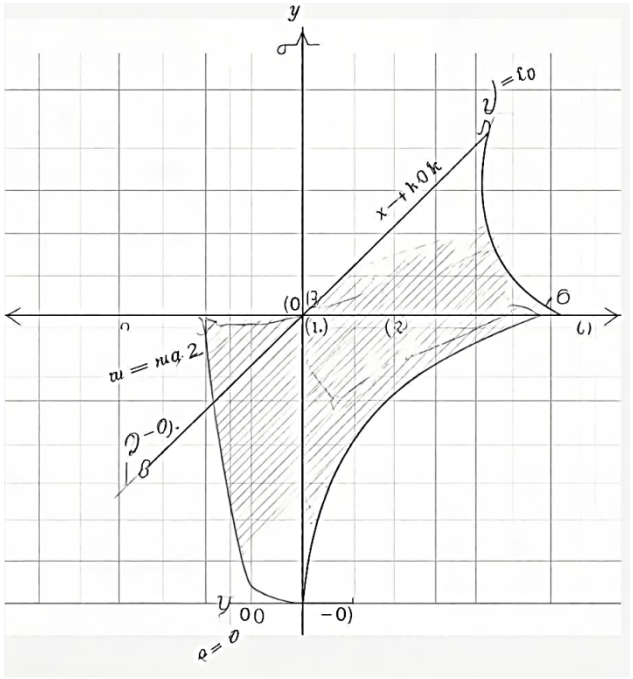


Рис. 1. Область интегрирования, построенная ГигаЧат для примера 1

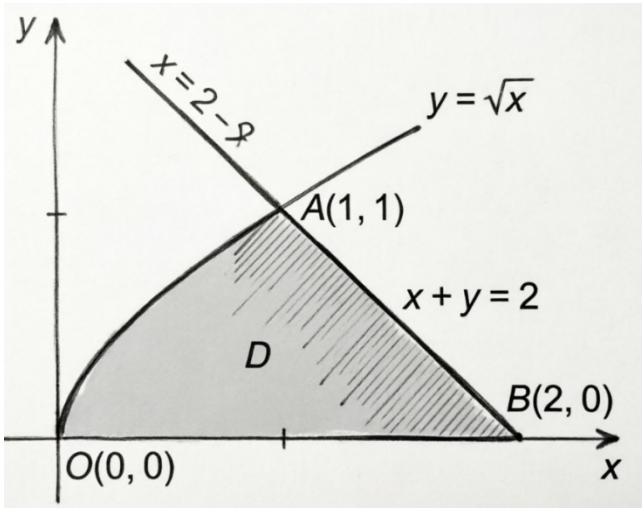


Рис. 2. Область интегрирования, построенная Qwen3.6-Plus для примера 1.

Критическая оценка результатов запросов к нейросетям

Пример 2. При изучении темы «Векторная алгебра» студенты решают задачу: даны вершины тетраэдра $O(-5;-4;8)$, $A(2;3;1)$, $B(4;1;-2)$ и $C(6;3;7)$, найти длину высоты, опущенной из вершины O на грань ABC. Данная задача решается с помощью формулы $h=\dfrac{\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}\cdot\overrightarrow{AO}}{\left|\overrightarrow{AB}\times\overrightarrow{AC}\right|}$, однако и ГигаЧат и Qwen3.6-Plus используют аналитическую геометрию и находят уравнение плоскости ABC и расстояние от точки O до данной плоскости, что не соответствует изучаемой теме.

Некоторые студенты, не задумываясь о сути задания, записывают данное решение и не могут его объяснить, так как тема «Аналитическая геометрия» изучается позднее. На данном примере можно убедиться, как важно правильно сформулировать вопрос к нейросетям и обладать достаточным запасом знаний, чтобы проанализировать полученный результат.

Пример 3. При изучении темы «Интегралы» студенты вычисляют неопределенный интеграл $I=\int\frac{\sin x dx}{\cos^2 x\left(3\sin x+5\cos x\right)}$. Попытка «списать» решение у ГигаЧат приводит к неверному результату (рис.3а). Учащимся полезно предложить найти ошибку нейросети и исправить ее. Для проверки правильности своего решения можно использовать результаты Qwen3.6-Plus (рис. 3б).

$$I=\boxed{\frac{x}{3}-\frac{5}{9}\ln\left|3\tan x+5\right|+C}$$

Рис. 3а. Ответ ГигаЧат для примера 3.

$$\boxed{I=\frac{\tan x}{3}-\frac{5}{9}\ln\left|3\tan x+5\right|+C}.$$

Рис. 3б. Ответ Qwen3.6-Plus для примера 3.

Можно обратить внимание обучающихся на отличие обозначения тангенса в русской литературе ($\mathrm{tg}\,x$) и англоязычной ($\tan x$).

Пример 4. При изучении темы «Приложения вычетов» студенты вычисляют интеграл $\int\limits_0^{2\pi}\frac{1+\sin^2 x}{5+3\cos x}dx$. Если предложить его нейросетям, то можно получить абсолютно разные ответы: ГигаЧат получает π, Deepseek – $\frac{5\pi}{4}$, Qwen3.6-Plus – $\frac{13\pi}{18}$. При этом правильный результат – $\frac{2\pi}{9}$. Учащимся будет интересно сначала решить эту задачу с помощью нескольких нейросетей, потом разобраться с их рассуждениями и сравнить с правильным решением через вычеты.

В качестве исследовательской работы студенты могут самостоятельно сделать подборку математических задач, которые некорректно решаются сервисами на основе искусственного интеллекта, и привести свое правильное решение.

Использование нейросетей для создания тестов

Пример 5. При изучении темы «Производные» наибольшую сложность вызывает у студентов вычисление производных сложной функции. По запросу «создай тест из 10 заданий на тему вычисление производных сложных функций» Deepseek по умолчанию предлагает учащимся вопросы с выбором ответа (рис. 4а), а Qwen3.6-Plus (рис. 4б) и ГигаЧат (рис. 4в) – без ответов, но с указанием уровня сложности задач.

6. $f(x)=\cos^2 x$ (т.е. $(\cos x)^2$)

- А) $-\sin 2x$
- Б) $2\cos x\sin x$
- В) $-2\cos x\sin x$
- Г) $2\cos x$

Рис. 3а. Ответ Deepseek для примера 4.

Задания

1. $y=(3x^2-5)^4$
2. $y=\sin\left(2x+\frac{\pi}{3}\right)$
3. $y=e^{x^2-3x}$
4. $y=\ln(\cos x)$
5. $y=\sqrt{1+\tan x}$
6. $y=\arctan(5x^3)$

Рис. 3б. Ответ Qwen3.6-Plus для примера 4.

№9 (Высокая сложность):

Вычислите производную функции:

$$y=\ln\left(\frac{\sin x}{\cos^2 x}\right)$$

Рис. 3а. Ответ ГигаЧат для примера 4.

После заданий Deepseek приводит ключи краткие решения всех задач, а Qwen3.6-Plus – ответы, краткие решения и рекомендации по их использованию.

Возможность нейросетей создавать тесты позволяет персонализировать задания для студентов с разным уровнем подготовки и дает возможность многократных тренировок для закрепления полученных знаний.

Использование нейросетей при анализе задач с параметрами

Пример 6. При изучении темы «Дифференциальные уравнения» студентам можно задать вопрос: при каких значениях параметра a, все решения уравнения $y'' + ay = 0$ являются ограниченными?

Искусственный интеллект дает возможность рассмотреть это уравнение при различных значениях параметра a. Можно заметить, что ГигаЧат первоначально записывает характеристическое уравнение с ошибкой: $m^2 + am = 0$, а потом исправляется: $m^2 + a = 0$. Все использованные нейросети в итоге получают верный результат:

$$y(x) = \begin{cases} C_1 \cos\left(\sqrt{a}x\right) + C_2 \sin\left(\sqrt{a}x\right), a > 0, \\ C_1 x + C_2, a = 0, \\ C_1 e^{\sqrt{-a}x} + C_2 e^{-\sqrt{-a}x}, a < 0. \end{cases} .$$

Далее учащиеся самостоятельно делают вывод об ограниченности функции $y(x)$ при $a > 0$.

Важно, чтобы студенты поняли, что при использовании компьютерного анализа любой задачи принятие окончательного решения на основе проведенного исследования должно оставаться за человеком.

В заключение хочется еще раз отметить, что главная опасность использования нейросетей при изучении математики – возможность без труда получить правильный (или правдоподобный) ответ и, как следствие, нежелание обучающихся трудиться над пониманием рассматриваемого материала. Поэтому нужно показывать, что искусственный интеллект не всесилен и он всего лишь помощник. Подбирая задачи для самостоятельного решения, преподавателю нужно учитывать уровень развития нейросетей и мотивировать учащихся думать. Каждый студент должен знать, что «сегодня я пойму кое-что, а завтра, быть может, пойму немного больше» и «должны быть мужчины и женщины, способные к самостоятельному мышлению» [1].

Библиографический список

1. Азимов А. Профессия. //Пасынки вселенной. Сб. науч.-фантаст. произведений. /Сост. А.И. Степин. Кишинев : Штиинца, 1989. С. 172-214.

2. Валиахметова Н., Ахмадуллина Р., Ярмакеев И. Возможности и риски применения нейросетей в образовании // Филология и культура. Philology and Culture. 2024. № 2 (76). С. 260–271. DOI: 10.26907/2782-4756-2024-76-2-260-271

3. Суханов С. П. Использование технологий нейросетей в обучении математике: проблемы и способы их решения // Актуальные исследования. 2026. №8 (294). Ч.II. С. 79-81. URL: https://apni.ru/article/14496-ispolzovanie-tehnologij-nejrosetej-v-obuchenii-matematike-problemy-i-puti-ih-resheniya

4. Шпак, А. Е. Искусственный интеллект в математическом образовании: возможности интеграции / А. Е. Шпак, Д. А. Семенова, С. В. Забурдаева // Новые образовательные стратегии в открытом цифровом пространстве : Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–27 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: ООО Центр научно-информационных технологий Астерион, 2024. – С. 112-124. – EDN AXYYGM.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ»

УДК 53:37.016; ГРНТИ 29.01.45

ДИПОЛЬ-ДИПОЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

И.Г. Веснов, А.П. Соколов
Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, Россия, Рязань, sdfburt @rambler.ru

Аннотация. Подробно рассмотрена операция градиента векторного поля по направлению вектора и получено выражение для этой операции в полярной системе координат. Вычислены силы взаимодействия двух произвольно ориентированных в пространстве диполей и найдены условия, когда эти силы направлены вдоль и перпендикулярно прямой, проходящей через диполи.
Ключевые слова: градиент векторного поля по направлению вектора, полярная система координат, диполь.

DIPOLE-DIPOLE INTERACTION

I.G. Vesnov, A.P. Sokolov
V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan, Russia, sdfburt @rambler.ru

Abstract. It has been considered in detail the operation of the gradient of a vector field in the direction of the vector and it has been obtained an expression for this operation in a polar coordinate system. It has been calculated the interaction forces of two arbitrarily oriented dipoles in space and it has been found the conditions when these forces are directed along and perpendicular to a straight line passing through the dipoles.
Keywords: gradient of a vector field in the direction of the vector, polar coordinate system, dipole.

Диполь-дипольное взаимодействие – это важный вид взаимодействия в физике и химии. Оно оказывает влияние на поляризацию диэлектриков, на удерживание молекул на полярных неподвижных фазах в неполярных средах в жидкостной хроматографии и т.д.

В основе одного из способов нахождения силы, приложенной к диполю со стороны неоднородного электростатического поля, лежат такие операции векторного анализа, как вычисление *производной векторного поля по направлению* или *градиента векторного поля по заданному вектору*. Это очень непростые операции, особенно если они осуществляются в системе координат, отличной от декартовой прямоугольной системы. Необходимость выполнить указанные выше операции возникает и при расчёте силы, приложенной к элементарному контуру с током со стороны неоднородного магнитного поля. Проблема состоит в том, что в учебниках физики математическая сущность этих операций по понятным причинам не раскрывается, а изучение их в рамках курса высшей математики не предусмотрено рабочими программами для большинства инженерных специальностей вузов.

Целями данной работы, которая является продолжением цикла статей [1-5], посвященных применению методов высшей математики к решению физических задач, являются подробное рассмотрение операции градиента векторного поля по заданному вектору и применение этой операции для расчёта сил взаимодействия двух произвольно ориентированных в пространстве диполей.

1. Производная векторного поля по направлению

Говорят, что в пространственной области $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ задано *стационарное векторное поле*, если каждой точке $M(x,y,z) \in \Omega$ поставлен в соответствие вектор $\vec{a}$, длина и направление которого зависят от координаты точки M: $\vec{a} = \vec{a}(M) = a_x(x,y,z)\vec{i} + a_y(x,y,z)\vec{j} +$

$a_z(x,y,z)\vec{k}$, где $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$ и $\vec{k}$ – орты координатных осей прямоугольной декартовой системы координат (ДСК) XYZ.

Пусть $\overrightarrow{r_0} = x_0\vec{\imath} + y_0\vec{\jmath} + z_0\vec{k}$ – радиус-вектор точки $M_0 \in \Omega$, $\overrightarrow{\mathrm{e}_l} = \{cos\alpha, cos\beta, cos\gamma\}$ – орт некоторого вектора $\vec{l} = \{l_x, l_y, l_z\}$, где $cos\alpha = l_x/|\vec{l}|$, $cos\beta = l_y/|\vec{l}|$, $cos\gamma = l_z/|\vec{l}|$ – направляющие косинусы вектора $\overrightarrow{\mathrm{e}_l}$, $|\vec{l}| = \sqrt{l_x^2 + l_y^2 + l_z^2}$ – модуль вектора $\vec{l}$.

Производной векторного поля $\vec{a}(M)$ в точке $M_0(x_0, y_0, z_0)$ по направлению вектора $\vec{l}$ называется предел

$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial \vec{l}} = \lim_{t \to +0} \frac{\vec{a}(\overrightarrow{r_0} + t\overrightarrow{\mathrm{e}_l}) - \vec{a}(\overrightarrow{r_0})}{t}, \qquad t > 0, \tag{1}$$

если он существует.

Если в точке M_0 функции $a_x(x,y,z)$, $a_y(x,y,z)$ и $a_z(x,y,z)$ дифференцируемы, то векторное поле $\vec{a}$ имеет производную по любому направлению $\overrightarrow{\mathrm{e}_l}$ и эта производная находится по формуле

$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial \vec{l}} = cos\alpha \frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial x} + cos\beta \frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial y} + cos\gamma \frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial z}, \tag{2}$$

где

$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial x} = \frac{\partial a_x(M_0)}{\partial x}\vec{\imath} + \frac{\partial a_y(M_0)}{\partial x}\vec{\jmath} + \frac{\partial a_z(M_0)}{\partial x}\vec{k},$$
$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial y} = \frac{\partial a_x(M_0)}{\partial y}\vec{\imath} + \frac{\partial a_y(M_0)}{\partial y}\vec{\jmath} + \frac{\partial a_z(M_0)}{\partial y}\vec{k},$$
$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial z} = \frac{\partial a_x(M_0)}{\partial z}\vec{\imath} + \frac{\partial a_y(M_0)}{\partial z}\vec{\jmath} + \frac{\partial a_z(M_0)}{\partial z}\vec{k}.$$

Легко видеть, что производная (2) векторного поля по направлению есть вектор, компоненты которого равны скалярному произведению вектора $\overrightarrow{\mathrm{e}_l}$ и градиента соответствующей компоненты вектора $\vec{a}$, т.е.

$$\frac{\partial \vec{a}(M_0)}{\partial \vec{l}} = \left(\overrightarrow{\mathrm{e}_l}, \nabla a_x(M_0)\right)\vec{\imath} + \left(\overrightarrow{\mathrm{e}_l}, \nabla a_y(M_0)\right)\vec{\jmath} + \left(\overrightarrow{\mathrm{e}_l}, \nabla a_y(M_0)\right)\vec{k}, \tag{3}$$

где ∇ – векторный дифференциальный оператор Гамильтона (оператор набла):

$$\nabla(\dots) = \frac{\partial(\dots)}{\partial x}\vec{\imath} + \frac{\partial(\dots)}{\partial y}\vec{\jmath} + \frac{\partial(\dots)}{\partial z}\vec{k}.$$

Выражениям (2) и (3) можно придать более компактную форму записи с помощью дифференциального оператора, являющегося формальным скалярным произведением орта направления $\overrightarrow{\mathrm{e}_l}$ и оператора набла ∇:

$$\left(\overrightarrow{\mathrm{e}_l}, \nabla\right)(\dots) = cos\alpha \frac{\partial(\dots)}{\partial x} + cos\beta \frac{\partial(\dots)}{\partial y} + cos\gamma \frac{\partial(\dots)}{\partial z}\ . \tag{4}$$

Тогда формулы (2) и (3) можно записать в виде

$$\frac{\partial \vec{a}}{\partial \vec{l}} = \left(\overrightarrow{\mathrm{e}_l}, \nabla\right)\vec{a}. \tag{5}$$

Аналогично, можно определить операцию $\left(\vec{l}, \nabla\right)\vec{a}$, под которой будем понимать вектор

$$\left(\vec{l}, \nabla\right)\vec{a} = l_x \frac{\partial \vec{a}}{\partial x} + l_y \frac{\partial \vec{a}}{\partial y} + l_z \frac{\partial \vec{a}}{\partial z}, \tag{6}$$

называемый *градиентом векторного поля* $\vec{a}$ *по вектору* $\vec{l}$. Так как $l_x = |\vec{l}|cos\alpha$, $l_y = |\vec{l}|cos\beta$, $l_z = |\vec{l}|cos\gamma$, то вектор (6) можно представить в виде

$$(\vec{l},\nabla)\vec{a} = |\vec{l}|\frac{\partial\vec{a}}{\partial\vec{l}}, \tag{7}$$

который часто используется в физической литературе.

Принимая во внимание (3), заключаем, что компоненты вектора градиента векторного поля $\vec{a}$ по вектору $\vec{l}$ вычисляются по формулам:

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_x = l_x\frac{\partial a_x}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_x}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_x}{\partial z} = (\vec{l},\nabla a_x), \tag{8}$$

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_y = l_x\frac{\partial a_y}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_y}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_y}{\partial z} = (\vec{l},\nabla a_y), \tag{9}$$

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_z = l_x\frac{\partial a_z}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_z}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_z}{\partial z} = (\vec{l},\nabla a_z). \tag{10}$$

Пример 1. Найти $(\vec{l},\nabla)\vec{a}$, если $\vec{l} = \{l_x, l_y, l_z\}$, $\vec{a} = \{a_x, a_y, a_z\}$ есть радиус-вектор $\vec{r}$ материальной точки в ДСК XYZ.

Решение. Так как $\vec{a} = \{a_x, a_y, a_z\} = \vec{r}$, то $a_x = x$, $a_y = y$, $a_z = z$. Тогда

$$\frac{\partial a_x}{\partial x} = 1, \quad \frac{\partial a_y}{\partial y} = 1, \quad \frac{\partial a_z}{\partial z} = 1,$$

$$\frac{\partial a_x}{\partial y} = \frac{\partial a_x}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial a_y}{\partial x} = \frac{\partial a_y}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial a_z}{\partial x} = \frac{\partial a_z}{\partial y} = 0,$$

$$(\vec{l},\nabla)\vec{a} = (\vec{l},\nabla)\vec{r} = l_x\vec{\imath} + l_y\vec{\jmath} + l_z\vec{k} = \vec{l}.$$

Пример 2. Найти градиент векторного поля $\vec{a}(x,y,z) = (xyz)\vec{\imath} + (x^2y^2z^2)\vec{\jmath} + (x^3y^3z^3)\vec{k}$ по вектору $\vec{l} = \{1,2,-2\}$ в точке $M_0(1,\ 1,\ 1)$.

Решение.

I *способ*. Применим формулы (8), (9) и (10):

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_x = l_x\frac{\partial a_x}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_x}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_x}{\partial z} = 1(yz) + 2(xz) + (-2)(xy),$$

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_y = l_x\frac{\partial a_y}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_y}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_y}{\partial z} = 1(2xy^2z^2) + 2(2yx^2z^2) + (-2)(2zx^2y^2),$$

$$\{(\vec{l},\nabla)\vec{a}\}_z = l_x\frac{\partial a_z}{\partial x} + l_y\frac{\partial a_z}{\partial y} + l_z\frac{\partial a_z}{\partial z} = 1(3x^2y^3z^3) + 2(3y^2x^3z^3) + (-2)(3z^2x^3y^3),$$

$$(\vec{l},\nabla)\vec{a} = \big(yz + 2(xz) + (-2)(xy)\big)\vec{\imath} + \big(2xy^2z^2 + 2(2yx^2z^2) + (-2)(2zx^2y^2)\big)\vec{\jmath} +$$
$$+\big(3x^2y^3z^3 + 2(3y^2x^3z^3) + (-2)(3z^2x^3y^3)\big)\vec{k},$$

$$(\vec{l},\nabla)\vec{a}(M_0) = 1\vec{\imath} + 2\vec{\jmath} + 3\vec{k}.$$

II *способ*. Воспользуемся формулами (7) и (3).

$$|\vec{l}| = \sqrt{l_x^2 + l_y^2 + l_z^2} = \sqrt{1^2 + 2^2 + (-2)^2} = 3,$$

$$\overrightarrow{e_l} = \{cos\alpha, cos\beta, cos\gamma\} = \left\{\frac{l_x}{|\vec{l}|}, \frac{l_y}{|\vec{l}|}, \frac{l_z}{|\vec{l}|}\right\} = \left\{\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, -\frac{2}{3}\right\},$$

$$(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_x) = cos\alpha\frac{\partial a_x}{\partial x} + cos\beta\frac{\partial a_x}{\partial y} + cos\gamma\frac{\partial a_x}{\partial z} = \frac{1}{3}(yz) + \frac{2}{3}(xz) - \frac{2}{3}(xy),$$

$$\left(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_x(M_0)\right) = \frac{1}{3},$$

$$\left(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_y\right) = cos\alpha \frac{\partial a_y}{\partial x} + cos\beta \frac{\partial a_y}{\partial y} + cos\gamma \frac{\partial a_y}{\partial z} = \frac{1}{3}(2xy^2z^2) + \frac{2}{3}(2yx^2z^2) - \frac{2}{3}(2zx^2y^2),$$

$$\left(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_y(M_0)\right) = \frac{2}{3},$$

$$\left(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_z\right) = cos\alpha \frac{\partial a_z}{\partial x} + cos\beta \frac{\partial a_z}{\partial y} + cos\gamma \frac{\partial a_z}{\partial z} = \frac{1}{3}(3x^2y^3z^3) + \frac{2}{3}(3y^2x^3z^3) - \frac{2}{3}(3z^2x^3y^3),$$

$$\left(\overrightarrow{e_l}, \nabla a_z(M_0)\right) = 1,$$

$$\left(\vec{l}, \nabla\right)\vec{a} = \left|\vec{l}\right|\frac{\partial \vec{a}}{\partial \vec{l}} = 3 \cdot \left(\frac{1}{3}\vec{\imath} + \frac{2}{3}\vec{\jmath} + 1\vec{k}\right) = 1\vec{\imath} + 2\vec{\jmath} + 3\vec{k}.$$

Рассмотрим теперь вычисление градиента векторного поля по вектору в полярной системе координат (ПСК), часто используемой в физике при наличии в задаче какой-либо аксиальной симметрии. Положение точки M (рис.1) в этой системе координат задается двумя координатами – *полярным радиусом* r $(0 \le r < +\infty)$ и *полярным углом* θ $(-\pi < \theta \le \pi$ или $0 \le \theta < 2\pi)$.

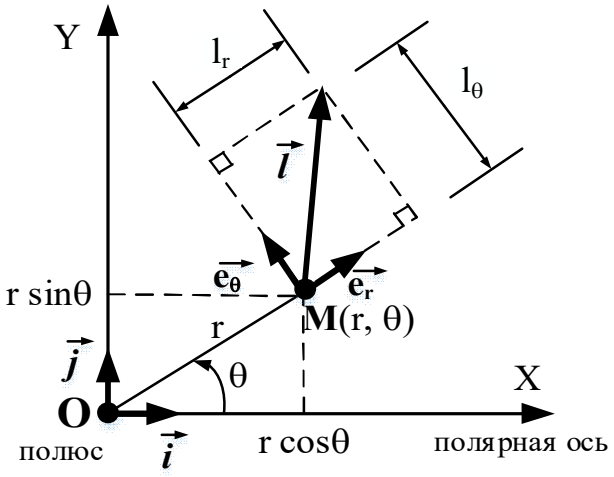


Рис. 1

В математике полярный угол часто обозначают символом φ. В физике же (особенно в электродинамике) символом φ помимо углов принято обозначать электрический потенциал. Поэтому во избежание смешения обозначений полярный угол будем обозначать символом θ. *Координатными линиями* в ПСК являются окружности $r = const$ и лучи $\theta = const$. Орт $\overrightarrow{e_r}$ направлен вдоль луча $\theta = const$ в сторону возрастания координаты r (рис.1). Орт $\overrightarrow{e_\theta}$ направлен по касательной к окружности $r = const$ в сторону возрастания полярного угла θ, т.е. $\overrightarrow{e_\theta} \perp \overrightarrow{e_r}$. Важно обратить внимание на то, что орты $\overrightarrow{e_r}$ и $\overrightarrow{e_\theta}$ в ПСК, в отличие от ортов $\vec{\imath}$ и $\vec{\jmath}$ в ДСК, являются «подвижными», причём меняют своё направление только при изменении полярного угла θ:

$$\frac{\partial \overrightarrow{e_r}}{\partial \theta} = \overrightarrow{e_\theta}, \qquad \frac{\partial \overrightarrow{e_\theta}}{\partial \theta} = -\overrightarrow{e_r}, \qquad \frac{\partial \overrightarrow{e_r}}{\partial r} = \frac{\partial \overrightarrow{e_\theta}}{\partial r} = 0. \tag{11}$$

Принимая во внимание, что в ПСК любой вектор $\vec{l}$ раскладывается по базису $\overrightarrow{e_r}$, $\overrightarrow{e_\theta}$ как $\vec{l} = l_r\overrightarrow{e_r} + l_\theta\overrightarrow{e_\theta}$, где l_r и l_θ – проекции вектора $\vec{l}$ на направления $\overrightarrow{e_r}$ и $\overrightarrow{e_\theta}$ соответственно (рис. 1), а оператор набла имеет вид

$$\nabla(\dots) = \frac{\partial(\dots)}{\partial r} \cdot \overrightarrow{e_r} + \frac{\partial(\dots)}{r\partial\theta} \cdot \overrightarrow{e_\theta}, \tag{12}$$

формальное скалярное произведение (оператор) $(\vec{l}, \nabla)$ записывается следующим образом

$$(\vec{l}, \nabla)(\dots) = l_r \cdot \frac{\partial(\dots)}{\partial r} + l_\theta \cdot \frac{\partial(\dots)}{r\partial\theta} \cdot \tag{13}$$

Подействуем оператором (13) на векторное поле $\vec{a} = a_r\overrightarrow{e_r} + a_\theta\overrightarrow{e_\theta}$, учитывая (11).

$$(\vec{l}, \nabla)\vec{a} = l_r \frac{\partial \vec{a}}{\partial r} + l_\theta \frac{\partial \vec{a}}{r\partial\theta} = l_r \frac{\partial}{\partial r}(a_r\overrightarrow{e_r} + a_\theta\overrightarrow{e_\theta}) + l_\theta \frac{\partial}{r\partial\theta}(a_r\overrightarrow{e_r} + a_\theta\overrightarrow{e_\theta}) =$$

$$= l_r \frac{\partial a_r}{\partial r}\overrightarrow{e_r} + l_r a_r \frac{\partial \overrightarrow{e_r}}{\partial r} + l_r \frac{\partial a_\theta}{\partial r}\overrightarrow{e_\theta} + l_r a_\theta \frac{\partial \overrightarrow{e_\theta}}{\partial r} + l_\theta \frac{\partial a_r}{r\partial\theta}\overrightarrow{e_r} + l_\theta a_r \frac{\partial \overrightarrow{e_r}}{r\partial\theta} + l_\theta \frac{\partial a_\theta}{r\partial\theta}\overrightarrow{e_\theta} + l_\theta a_\theta \frac{\partial \overrightarrow{e_\theta}}{r\partial\theta}$$

$$=$$

$$= l_r \frac{\partial a_r}{\partial r}\overrightarrow{e_r} + l_r a_r \cdot 0 + l_r \frac{\partial a_\theta}{\partial r}\overrightarrow{e_\theta} + l_r a_\theta \cdot 0 + l_\theta \frac{\partial a_r}{r\partial\theta}\overrightarrow{e_r} + \frac{l_\theta a_r}{r}\overrightarrow{e_\theta} + l_\theta \frac{\partial a_\theta}{r\partial\theta}\overrightarrow{e_\theta} - \frac{l_\theta a_\theta}{r}\overrightarrow{e_r} =$$

$$= \left(l_r \frac{\partial a_r}{\partial r} + \frac{l_\theta}{r}\frac{\partial a_r}{\partial\theta} - \frac{l_\theta a_\theta}{r}\right)\overrightarrow{e_r} + \left(l_r \frac{\partial a_\theta}{\partial r} + \frac{l_\theta a_r}{r} + \frac{l_\theta}{r}\frac{\partial a_\theta}{\partial\theta}\right)\overrightarrow{e_\theta}.$$

Итак, в ПСК градиент векторного поля $\vec{a} = a_r\overrightarrow{e_r} + a_\theta\overrightarrow{e_\theta}$ по вектору $\vec{l} = l_r\overrightarrow{e_r} + l_\theta\overrightarrow{e_\theta}$ вычисляется по формуле:

$$(\vec{l}, \nabla)\vec{a} = \left(l_r \frac{\partial a_r}{\partial r} + \frac{l_\theta}{r}\frac{\partial a_r}{\partial\theta} - \frac{l_\theta a_\theta}{r}\right)\overrightarrow{e_r} + \left(l_r \frac{\partial a_\theta}{\partial r} + \frac{l_\theta a_r}{r} + \frac{l_\theta}{r}\frac{\partial a_\theta}{\partial\theta}\right)\overrightarrow{e_\theta}. \tag{14}$$

2. Сила взаимодействия между двумя диполями, произвольно ориентированными в пространстве

Пусть r – расстояние между диполями, $\overrightarrow{p_1}$ и $\overrightarrow{p_2}$ – их электрические дипольные моменты, образующие угол α ($0 \le \alpha \le \pi$). Так как электрическое поле диполя симметрично относительно его оси, то удобно вычислять силу взаимодействия между диполями в ПСК. Выберем её так, чтобы точечный отрицательный заряд первого диполя (точка приложения вектора $\overrightarrow{p_1}$) находился бы в полюсе О, а дипольный момент $\overrightarrow{p_1}$ был направлен вдоль полярной оси (рис. 2). При этом точечный отрицательный заряд второго диполя (точка приложения вектора $\overrightarrow{p_2}$) имеет координаты (r, θ), а векторы $\overrightarrow{p_1}$ и $\overrightarrow{p_2}$ в выбранной ПСК раскладываются по базису $\overrightarrow{e_r}$, $\overrightarrow{e_\theta}$ следующим образом (рис. 2, 3):

$$\overrightarrow{p_1} = p_1 cos\theta\,\overrightarrow{e_r} - p_1 sin\theta\,\overrightarrow{e_\theta}, \tag{15}$$

$$\overrightarrow{p_2} = p_2\cos(\alpha - \theta)\,\overrightarrow{e_r} + p_2\sin(\alpha - \theta)\,\overrightarrow{e_\theta}, \tag{16}$$

где $p_1 = |\overrightarrow{p_1}|$, $p_2 = |\overrightarrow{p_2}|$.

Заметим, что часто при выводе формул в ПСК для потенциала и напряженности электрического поля диполя её полюс О располагают в середине плеча диполя. Но поскольку характерные расстояния между диполем и точками окружающего его пространства, в которых рассчитывается электрическое поле, существенно больше плеча диполя (диполь в этих условиях фактически точечный), то совмещение полюса с отрицательным зарядом не приводит к видоизменению соответствующих формул, выведенных при размещении полюса в центре плеча диполя. Более того, перенос полюса в любую точку отрезка, концами которого являются положительный и отрицательный заряды диполя, также не приводит к видоизменению упомянутых выше формул.

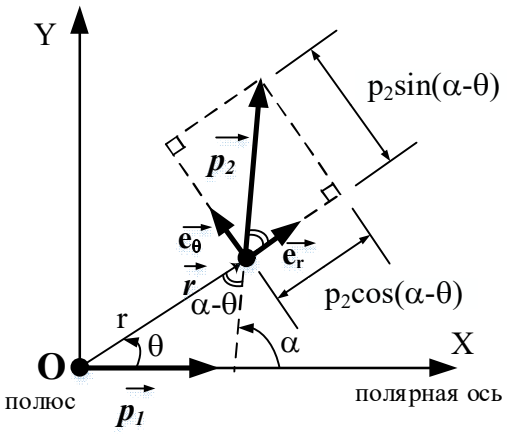


Рис. 2

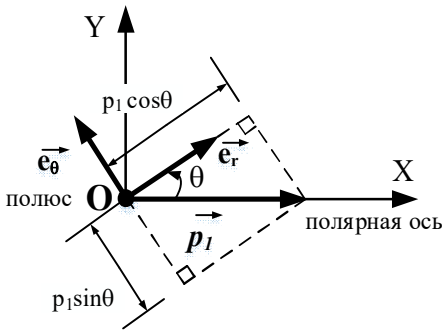


Рис. 3

Легко доказать, что в системе СИ электрический потенциал φ первого диполя в точке (r,θ) вычисляется по формуле

$$\varphi = \varphi(r,\theta) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p_1 cos\theta}{r^2}, \tag{17}$$

где $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная. Если задать радиус-вектор точки (r,θ) формулой $\vec{r} = r\overrightarrow{e_r}$, то скалярное произведение $(\overrightarrow{p_1},\vec{r})$, которое в физике чаще обозначается как $\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}$, равно $\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r} = p_1 r cos\theta$. Откуда $p_1 cos\theta = \overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}/r$, и выражение (17) можно представить в виде

$$\varphi(\vec{r}) = k\frac{\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}}{r^3}, \tag{18}$$

где $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9\cdot 10^9$ м/Ф.

Напряжённость $\vec{E}$ электрического связана с потенциалом φ соотношением

$$\vec{E} = -\nabla\varphi. \tag{19}$$

Тогда, принимая во внимание выражение (12) для градиента скалярного поля в ПСК и равенство (15), представим напряжённость электрического поля первого диполя в виде:

$$\vec{E} = E_r\overrightarrow{e_r} + E_\theta\overrightarrow{e_\theta} = -\frac{\partial\varphi(r,\theta)}{\partial r}\overrightarrow{e_r} - \frac{\partial\varphi(r,\theta)}{r\partial\theta}\overrightarrow{e_\theta} = k\frac{2p_1 cos\theta}{r^3}\overrightarrow{e_r} + k\frac{p_1 sin\theta}{r^3}\overrightarrow{e_\theta}. \tag{20}$$

Преобразуем (20), учитывая (15), а также, что $p_1 cos\theta = \overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}/r$ и $\overrightarrow{e_r} = \vec{r}/r$:

$$\vec{E} = k\frac{3p_1 cos\theta}{r^3}\overrightarrow{e_r} - \left(k\frac{p_1 cos\theta}{r^3}\overrightarrow{e_r} - k\frac{p_1 sin\theta}{r^3}\overrightarrow{e_\theta}\right) = k\frac{3}{r^3}\frac{\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}}{r}\frac{\vec{r}}{r} - k\frac{1}{r^3}(p_1 cos\theta\,\overrightarrow{e_r} - p_1 sin\theta\,\overrightarrow{e_\theta})$$

$$= k\left(\frac{3\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}}{r^5}\cdot\vec{r} - \frac{\overrightarrow{p_1}}{3}\right).$$

Следовательно, напряженность электрического поля диполя с дипольным моментом $\overrightarrow{p_1}$ в точке, задаваемой радиусом-вектором $\vec{r}$, определяется соотношением:

$$\vec{E} = k\left(\frac{3\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r}}{r^5}\cdot\vec{r} - \frac{\overrightarrow{p_1}}{r^3}\right). \tag{21}$$

Сила $\vec{F}$, действующая со стороны неоднородного электрического поля на диполь с электрическим дипольным моментом $\vec{p}$, вычисляется по формуле

$$\vec{F} = (\vec{p}, \nabla)\vec{E}, \tag{22}$$

которую часто записывают также в виде

$$\vec{F} = |\vec{p}|\frac{\partial \vec{E}}{\partial \vec{l}}, \tag{23}$$

где под символом $\partial\vec{E}/\partial\vec{l}$ понимается производная напряжённости электрического поля в направлении вектора $\vec{p}$.

Из формулы (22) видно, что сила $\vec{F}$, приложенная ко второму диполю со стороны первого, есть градиент векторного поля $\vec{E}$ напряженности электрического поля первого диполя по вектору электрического дипольного момента $\overrightarrow{p_2}$ второго диполя. Воспользуемся выведенным ранее выражением (14) для градиента векторного поля по заданному вектору в ПСК, в котором

$$l_r = p_{2r} = p_2\cos(\alpha-\theta), \qquad l_\theta = p_{2\theta} = p_2\sin(\alpha-\theta),$$

$$a_r = E_r = k\frac{2p_1 cos\theta}{r^3}, \qquad a_\theta = E_\theta = k\frac{p_1 sin\theta}{r^3}.$$

Тогда

$$\vec{F} = F_r\overrightarrow{e_r} + F_\theta\overrightarrow{e_\theta} = \left(p_{2r}\frac{\partial E_r}{\partial r} + \frac{p_{2\theta}}{r}\frac{\partial E_r}{\partial\theta} - \frac{p_{2\theta}E_\theta}{r}\right)\overrightarrow{e_r} + \left(p_{2r}\frac{\partial E_\theta}{\partial r} + \frac{p_{2\theta}E_r}{r} + \frac{p_{2\theta}}{r}\frac{\partial E_\theta}{\partial\theta}\right)\overrightarrow{e_\theta}.$$

Выполнив несложные преобразования, получим:

$$F_r = -k\frac{3p_1p_2}{r^4}(2\cos(\alpha-\theta)\,cos\theta + \sin(\alpha-\theta)sin\theta), \tag{24}$$

$$F_\theta = k\frac{3p_1p_2}{r^4}\sin(\alpha-2\theta). \tag{25}$$

Проверить правильность полученных соотношений (24) и (25) можно двумя способами. Сначала воспользуемся тем, что сила $\vec{F}$, с которой первый диполь действует на второй, может быть найдена как минус градиент потенциальной энергии W_p их взаимодействия, т.е.

$$\vec{F} = -\nabla W_p, \tag{26}$$

где

$$W_p = -\overrightarrow{p_2}\cdot\vec{E} = -(p_{2r}E_r + p_{2\theta}E_\theta) = -k\frac{p_1p_2}{r^3}(2\cos(\alpha-\theta)\,cos\theta + \sin(\alpha-\theta)sin\theta). \tag{27}$$

Тогда

$$\vec{F} = F_r\overrightarrow{e_r} + F_\theta\overrightarrow{e_\theta},$$

где

$$F_r = -\frac{\partial W_p}{\partial r} = -k\frac{3p_1p_2}{r^4}(2\cos(\alpha-\theta)\,cos\theta + \sin(\alpha-\theta)sin\theta),$$

$$F_\theta = -\frac{\partial W_p}{r\partial\theta} = k\frac{3p_1p_2}{r^4}\sin(\alpha-2\theta).$$

Заметим, что потенциальную энергию взаимодействия двух диполей, также как потенциал φ и напряженность электрического поля $\vec{E}$, можно выразить через радиус-вектор $\vec{r}$, задающий положение второго диполя относительно первого. Для этого достаточно в выражение

$$W_p = -\overrightarrow{p_2}\cdot\vec{E}$$

вместо $\vec{E}$ подставить равенство (21). Тогда

$$W_p = k\left(\frac{\overrightarrow{p_1}\cdot\overrightarrow{p_2}}{r^3} - \frac{3(\overrightarrow{p_1}\cdot\vec{r})(\overrightarrow{p_2}\cdot\vec{r})}{r^5}\right). \quad (28)$$

Формула (28) часто приводится в различных изданиях по физике и химии при рассмотрении взаимодействий между молекулами с полярной ковалентной связью. Если в неё подставить выражения (15), (16) и $\vec{r} = r\overrightarrow{e_r}$, то получим (27).

Другой способ проверить правильность полученных соотношений (24) и (25) заключается в том, чтобы применить их к хорошо известным частным случаям и сравнить результаты. Например, известно, что сила взаимодействия на расстоянии r друг от друга двух сонаправленных вдоль общей оси диполей с моментами $\overrightarrow{p_1}$ и $\overrightarrow{p_2}$ носит характер притяжения, направлена вдоль общей оси и равна по модулю

$$F_1 = k\frac{6p_1p_2}{r^4}\cdot \quad (29)$$

Если подставить в формулы (24) и (25) $\theta = \alpha = 0$, то получим $\vec{F} = -F_1\overrightarrow{e_r} + 0\overrightarrow{e_\theta} = -F_1\overrightarrow{e_r}$, что находится в полном соответствии с рассматриваемым частным случаем.

Проанализируем формулы (24), (25). Из (25) следует, что при выполнении условия $\sin(\alpha - 2\theta) = 0$, т.е. $\alpha - 2\theta = \pi n,\ n \in \mathbb{Z}$, азимутальная проекция F_θ силы $\vec{F}$ равна нулю, и силы взаимодействия диполей направлены вдоль проходящей через них прямой. Поскольку физически различные расположения диполей реализуются при $\theta \in [0;\pi]$ и $\alpha \in [0;\pi]$, то n может принимать значения -2, -1, 0 и 1. В частности, при $\alpha = 2\theta$, т.е. когда электрические дипольные моменты $\overrightarrow{p_1}$ и $\overrightarrow{p_2}$ образуют одинаковые углы с прямой, проходящей через диполи, сила носит характер притяжения, и её модуль равен

$$F_2 = k\frac{3p_1p_2}{r^4}(1 + cos^2\theta). \quad (30)$$

Примечательно, что если $\alpha = 0$, то возрастание угла θ на $\pi/2$ от нуля до π приводит к следующему изменению характера взаимодействия диполей: при $\theta = 0$ – притяжение, при $\theta = \pi/2$ – отталкивание, при $\theta = \pi$ – притяжение. А при $\alpha = \pi$ – наоборот: $\theta = 0$ – отталкивание, $\theta = \pi/2$ – притяжение, $\theta = \pi$ – отталкивание. При этом модуль сил взаимодействия при $\theta = 0$ или $\theta = \pi$ равен F_1, а при $\theta = \pi/2$ – вдвое меньше F_1.

Из (24) вытекает, что при условии $2\cos(\alpha - \theta)\,cos\theta + \sin(\alpha - \theta)\,sin\theta = 0$ или, что то же самое,

$$3\cos(\alpha - 2\theta) + cos\alpha = 0, \quad (31)$$

радиальная проекция F_r равна нулю, и силы взаимодействия диполей перпендикулярны проходящей через них прямой.

Если обозначить $\cos\psi = 3\cos(2\theta) + 1,\ sin\,\psi = 3\sin(2\theta)$, то равенство (31) можно переписать в виде $\cos(\alpha - \psi) = 0$. Откуда,

$$\alpha = arctg\left(\frac{3\sin(2\theta)}{3\cos(2\theta) + 1}\right) + \frac{\pi}{2} + \pi k, \qquad k \in \mathbb{Z}. \quad (32)$$

Задав угол $\theta \in [0;\pi]$ такой, что $3\cos(2\theta) + 1 \neq 0$, по формуле (32) можно вычислить такой угол $\alpha \in [0;\pi]$ между дипольными моментами, что силы взаимодействия диполей перпендикулярны проходящей через них прямой. Если же $3\cos(2\theta) + 1 = 0$, т.е. $\theta = \pm(\pi/2 - \arccos(1/3)/2) + \pi m,\ m \in \mathbb{Z}$, то из (31) следует, что $sin\alpha = 0$, т.е. α равно 0 или π.

Таким образом, в работе подробно рассмотрена операция градиента векторного поля по направлению вектора, получено выражение для этой операции в полярной системе коор-

динат, вычислены силы взаимодействия двух произвольно ориентированных в пространстве диполей и найдены условия, когда эти силы направлены вдоль и перпендикулярно прямой, проходящей через диполи.

Библиографический список

1. Веснов И.Г., Соколов А.П. Физические приложения определенного интеграла от функции, производная которой пропорциональна значению самой функции. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2021. Сборник трудов IV Международного научно-технического форума: в 10 томах. Рязань, 2021. С. 150-153.

2. Веснов И.Г., Соколов А.П. Несобственные интегралы, зависящие от параметра, в курсе общей физики. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022. Сборник трудов V Международного научно-технического форума: в 10 томах. Рязань, 2022. С. 201-203.

3. Веснов И.Г., Соколов А.П. Вычисление интегралов разложением в ряд в курсе общей физики. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2023. Сборник трудов VI Международного научно-технического форума. В 10 томах. Рязань, 2023. С. 72-75.

4. Веснов И.Г., Соколов А.П. Функция ошибок в задачах курса общей физики на распределение Максвелла. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2024. Сборник трудов VII Международного научно-технического форума. В 10 томах. Рязань, 2024. С. 103-106.

5. Веснов И.Г., Соколов А.П. Решение трансцендентного уравнения квантовой теории излучения. В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2025. Сборник трудов VIII Международного научно-технического форума. В 10 томах. Рязань, 2025. С. 121-125.

УДК 372.851; ГРНТИ 14.35.09

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

С.В. Богатова

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, bogatova_vm@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается система тестов, созданная для контроля знаний студентов по теме «Дифференциальные уравнения». Электронное обучение было реализовано в системе управления обучением Moodle, обладающей широким спектром возможностей для эффективной организации учебного процесса. Ступенчатая и последовательная проверка знаний обучаемых облегчила работу преподавателя и обеспечила своевременное выявление индивидуальных пробелов в знаниях студентов. Важным результатом стало появление возможности оперативной корректировки образовательного процесса. В статье приведены примеры тестовых заданий, которые выполняли обучаемые.

Ключевые слова: электронное обучение, тестовый контроль знаний, образовательная платформа Moodle, компетенции, дифференциальные уравнения.

ORGANIZATION OF STUDENTS' TEST CONTROL WHEN STUDYING THE TOPIC "DIFFERENTIAL EQUATIONS"

S.V. Bogatova

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, bogatova_vm@mail.ru

The summary. The paper discusses a test system created to control students' knowledge of differential equations. The e-learning was implemented in the Moodle learning management system, which offers a wide range of features for effective organization of the educational process. The step-by-step and sequential assessment of students' knowledge has made it easier for the teacher to work and has ensured the timely identification of individual gaps in students' knowledge. An important result has been the ability to make prompt adjustments to the educational process. The paper provides examples of test questions that were completed by the students.

Keywords: e-learning, test-based knowledge control, educational platform Moodle, competencies, differential equations.

В эпоху стремительной информатизации общества роль математической подготовки специалистов технического профиля приобретает первостепенное значение. Цифровая трансформация всех сфер деятельности требует от выпускников технических вузов не только глубоких теоретических знаний, но и практических навыков применения математических методов в решении профессиональных задач.

Современная образовательная ситуация характеризуется существенным снижением уровня математической подготовки абитуриентов. Дефицит базовых знаний школьного курса математики создает серьезные препятствия для освоения высшей математики в техническом вузе [1, 2]. Особенно остро эта проблема проявляется при изучении таких фундаментальных разделов, как дифференциальные уравнения, которые являются теоретической основой для многих технических дисциплин.

Дифференциальные уравнения представляют собой один из ключевых разделов высшей математики, имеющий широкое практическое применение в технических науках. Эффективная организация контроля знаний по данной теме является необходимым условием успешного освоения дисциплины.

В современных условиях особую актуальность приобретает внедрение электронного тестирования в образовательный процесс. Информационно-образовательная среда позволяет:

- обеспечить индивидуальный подход к обучению;
- организовать гибкую систему контроля;
- оптимизировать процесс оценки знаний;
- предоставить оперативную обратную связь.

При организации современного образовательного процесса с элементами электронного обучения крайне важно обеспечить его результативность. Для этого необходим всесторонний подход, который учитывает как педагогические принципы, так и технологические решения.

Успешность электронного обучения (ЭО) определяется несколькими важнейшими факторами:

- Взаимодействие участников образовательного процесса на расстоянии, которое должно быть продуктивным и эффективным.
- Образовательные методики, применяемые при планировании и реализации учебного процесса.
- Цифровой контент высокого качества, соответствующий образовательным целям и задачам.
- Система доступа к учебным ресурсам и механизмам обратной связи, обеспечивающая удобство использования.
- Квалификация преподавателей, их профессиональные навыки и компетенции в области электронного обучения.

В качестве оптимального решения для реализации электронного обучения предлагается использовать систему управления обучением Moodle. Эта платформа создана специально для разработки дистанционных курсов, организации образовательного процесса и обеспечения коммуникации между всеми участниками обучения [4].

Moodle представляет собой многофункциональную и адаптивную образовательную платформу, обладающую широким спектром возможностей для эффективной организации учебного процесса. Данная система предоставляет пользователям обширный инструментарий, позволяющий осуществлять комплексное управление образовательными ресурсами.

В частности, платформа даёт возможность создавать, систематизировать и эффективно управлять различными учебными материалами, обеспечивая удобный доступ к ним всех участников образовательного процесса. Особое внимание уделяется организации продуктив-

ного взаимодействия между преподавателями и студентами, что реализуется через разнообразные форматы коммуникации и обмена информацией. Система также обеспечивает полноценный контроль за ходом обучения, позволяя отслеживать прогресс каждого учащегося и своевременно корректировать образовательный процесс. Важным функциональным преимуществом является возможность сбора и последующего анализа данных об успеваемости студентов, что помогает принимать обоснованные решения по оптимизации учебного процесса. Кроме того, платформа гарантирует надёжный доступ к разнообразным образовательным ресурсам, создавая комфортную среду для обучения. Благодаря тому, что система имеет открытый код и предоставляет широкие возможности для модификации, её можно успешно адаптировать под специфические образовательные задачи и индивидуальные потребности любого учебного заведения. Именно эта особенность делает Moodle поистине универсальным инструментом, способным эффективно поддерживать процессы электронного обучения в современных образовательных реалиях.

Проверка знаний студентов 2 курса направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» по теме «Дифференциальные уравнения» осуществлялась с помощью системы тестов. Тестовый контроль знаний – это комплексная система, построенная на основе стандартизированных заданий, которая даёт возможность проводить всестороннюю и беспристрастную оценку уровня подготовки обучаемых.При создании такой системы тестирования важно принимать во внимание множество существенных факторов. Прежде всего, необходимо обеспечить полное соответствие всем требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Не менее значимым аспектом является направленность тестовых заданий на развитие профессиональных навыков и умений учащихся.

Особую роль играет внедрение уровневого подхода к оценке знаний, который позволяет дифференцировать сложность заданий в зависимости от степени освоения материала. Кроме того, система тестирования должна предусматривать достаточную вариативность заданий, что способствует более полному и объективному выявлению уровня подготовки каждого обучающегося. Такой комплексный подход к разработке тестовых материалов обеспечивает их высокую эффективность и практическую значимость в образовательном процессе.

Разработанная система тестов построена с учетом формирования следующих компетенций:

- УК-1: способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации.
- ОПК-1: способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики.

Тестовые задания были дифференцированы по уровням сложности.

1. Базовый уровень

Студентам предлагались тестовые вопросы на определение основных видов дифференциальных уравнений, использование стандартных замен для нахождения общих решений дифференциальных уравнений (см. рис. 1).

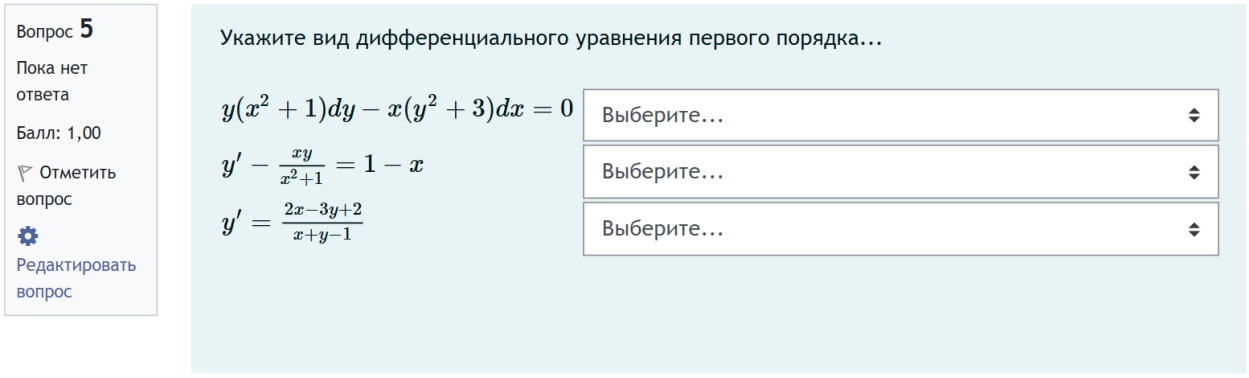


Рис. 1

2. Элементарный уровень

Тестовые задания элементарного уровня проверяли базовые знания студентов по математике, необходимые для решения задач. В этот тест вошли вопросы по таблицам производных, интегралов, оригиналов и изображений (см. рис. 2).

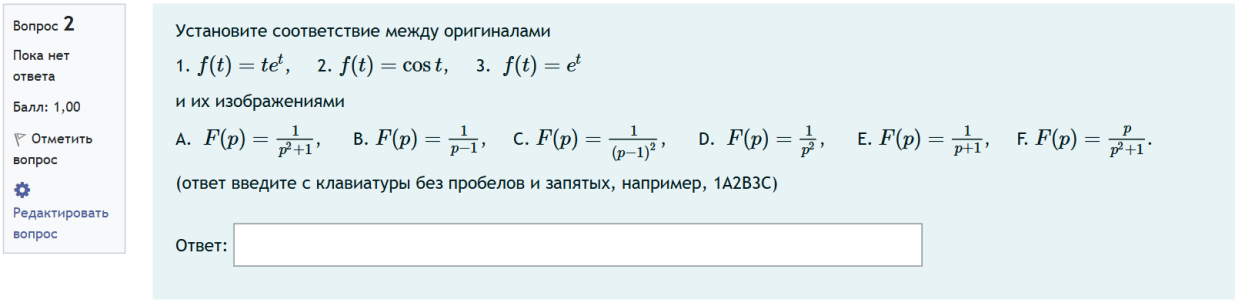


Рис. 2

3. Практический уровень

С помощью заданий этого теста происходила проверка знаний элементов алгоритмов нахождения общих решений дифференциальных уравнений и их систем, отработка навыков стандартных методов решения задач (см. рис. 3).

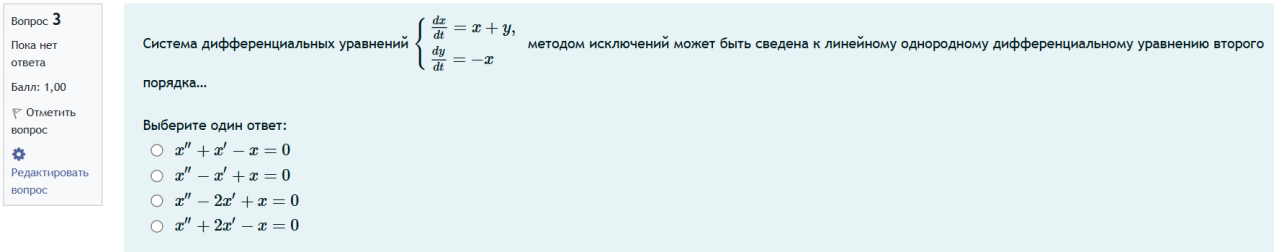


Рис. 3

4. Комплексный уровень

После успешного выполнения предыдущих тестов студенты проходили тест на решение дифференциальных уравнений, анализ полученных результатов и интерпретацию решений (см. рис. 4).

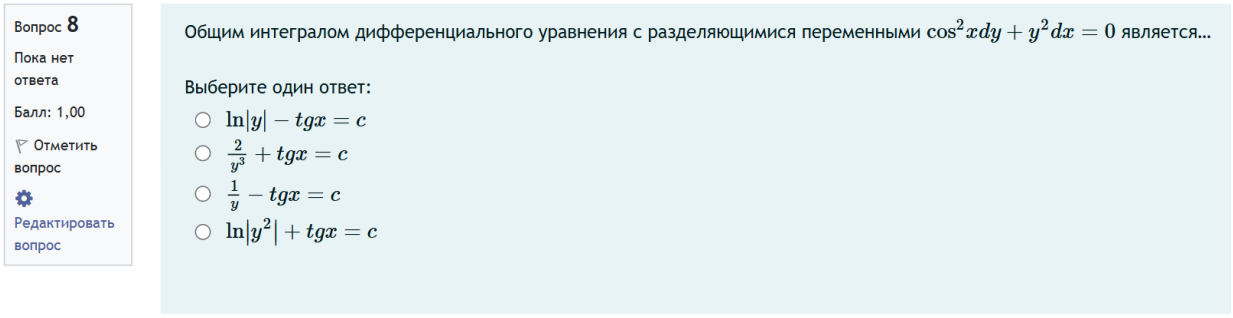


Рис. 4

Экспериментальная апробация разработанной тестовой системы, реализованная в потоке второго курса направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», оказалась успешной. Проведённое исследование продемонстрировало ряд существенных преимуществ внедряемой методики. В ходе эксперимента удалось значительно повысить объективность оценивания уровня знаний обучающихся, существенно оптимизировать процесс контроля успеваемости, а также обеспечить своевременное выявление индивидуальных пробелов в знаниях студентов. Особенно важным результатом стало появление возможности оперативной корректировки образовательного процесса.

Анализ результативности внедрения тестовой системы выявил целый ряд положительных эффектов. Прежде всего, заметно улучшилось качество усвоения учебного материала студентами. Параллельно с этим наблюдался существенный рост мотивации обучающихся к освоению дисциплины. Следует отметить значительное облегчение работы преподавателя благодаря внедрению новой системы. Нельзя не сказать о формировании у студентов навыков самостоятельной работы и реализации индивидуального подхода к обучению.

Перспективные направления дальнейшего развития системы тестирования включают в себя расширение базы тестовых заданий, внедрение адаптивных алгоритмов проведения тестирования, совершенствование интерактивных элементов платформы, а также интеграцию с другими образовательными ресурсами и системами. Эти улучшения позволят сделать процесс контроля знаний ещё более эффективным и отвечающим современным требованиям образовательного процесса.

Библиографический список

1. Богатова С.В. О мотивации студентов к изучению раздела математики «Линейная алгебра» //Актуальные проблемы преподавания математики в техническом ВУЗе, 2019. № 7, С. 50-54.

2. Богатова С.В. Об использовании прикладных экономических задач при изучении раздела математики «Линейная алгебра» //Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: -Рязань: РГРТУ, 2025.

3. Петров А.Н. Тестовый контроль знаний в высшей школе: методология и практика. М.: Высшая школа, 2024. 180 с.

4. Проектирование и разработка дистанционного учебного курса в системе Moodle: учеб. пособие / Н.П. Клейносова, Д.О. Орехво, Р.В. Хруничев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2022. 160 с.

5. Современные технологии обучения математике в техническом вузе: коллективная монография / Под ред. А.П. Шестакова. М.: ИНФРА-М, 2025. 284 с.

УДК 517; ГРНТИ 27.01.45

ТЕОРИЯ МНОГОЧЛЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ И КУРСАНТОВ К МАТЕМАТИЧЕСКИМ ОЛИМПИАДАМ

Н.И. Иванова, М.В. Завьялова

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова, Российская Федерация, Ярославль, natalii803@mail. ru, ya.mary.k@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые задачи теории многочленов. На языке многочленов формулируются и решаются самые различные задачи математики. Цель этой статья – показать, что даже на такую хорошо знакомую еще со школы тему, как квадратные уравнения, существует немало содержательных задач, которым стоит уделить внимание на этапе подготовки к математическим олимпиадам различных уровней.

Ключевые слова: многочлены, квадратное уравнение, корни уравнения, простое число, составное число.

POLYNOMIAL THEORY IN THE PROCESS OF PREPARING STUDENTS AND CADETS FOR MATHEMATICAL OLYMPIADS

N.I. Ivanova, M.V. Zavyalova

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named after the Marshal of Soviet Union L.A. Govorova, Russia, Yaroslavl, natalii803@mail. ru, ya.mary.k@yandex.ru

The summary. This article examines several problems in polynomial theory. A wide variety of mathematical problems are formulated and solved in the language of polynomials. The purpose of this article is to demonstrate that even on a topic as familiar as quadratic equations, there are many meaningful problems worth considering during preparation for mathematics olympiads at various levels.

Keywords: polynomials, quadratic equation, roots of the equation, prime number, composite number.

С понятием многочлена связан один из самых содержательных разделов современной алгебры – теория многочленов. Методы, которые в нем пользуются, интересны, имеют глубокие результаты с большим количеством приложений. С помощью теории многочленов получают хорошие приближения различных функций, это позволяет использовать данную теорию во многих вычислительных задачах. Материал по теории многочленов достаточно интересен, доступен для понимания и не требует специальной подготовки.

Задачи на многочлены встречаются и на многих математических олимпиадах. Цель этой статья – показать, что даже на такую хорошо знакомую еще со школы тему, как квадратные уравнения, существует немало содержательных задач, которым стоит уделить внимание на этапе подготовки к математическим олимпиадам [1, с.71].

Напомним, что если $x_1, x_2, ..., x_n$ – корни уравнения

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + ... + a_1 x + a_0 = 0, \quad a_n \neq 0,$$

то

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + ... + a_1 x + a_0 = a_n \left(x - x_1\right) ... \left(x - x_n\right).$$

Отсюда следует, что

$$x_1 + x_2 + ... + x_n = -\frac{a_{n-1}}{a_n},$$

$$x_1 \cdot x_2 \cdot ... \cdot x_n = \left(-1\right)^n \cdot \frac{a_0}{a_n}.$$

При необходимости отсюда можно вывести и другие формулы обощенной теоремы Виета.

Рассмотрим несколько задач на многочлены.

Пример 1. Известно, что корни многочлена $x^2+ax+1=b$ – положительные целые числа. Докажите, что число a^2+b^2 – составное.

Решение. Пусть x_1 и x_2 – корни уравнения. Тогда $x_1+x_2=-a$ и $x_1\cdot x_2=1-b.$ Поэтому

$$a^2+b^2=\left(x_1+x_2\right)^2\left(1-x_1x_2\right)^2=x_1^2+x_2^2+1+x_1^2x_2^2=\left(x_1^2+1\right)\left(x_2^2+1\right).$$

Пример 2. Пусть a и b являются корнями уравнения $x^2+Ax+1=0,$ а числа c и d являются корнями уравнения $x^2+Bx+1=0.$ Докажите, что

$$\left(a-c\right)\left(b-c\right)\left(a+d\right)\left(b+d\right)=B^2-A^2.$$

Решение. Используем равенства

$$ab=cd=1,a+b=-A,c+d=-B$$

несколько раз:

$$\left(a-c\right)\left(b-c\right)=1+Ac+c^2,$$
$$\left(a+d\right)\left(b+d\right)=1-Ad+d^2.$$

Так что

$$\left(a-c\right)\left(b-c\right)\left(a+d\right)\left(b+d\right)=1-Ad+d^2+Ac-A^2+Ad+c^2-Ac+1=$$
$$=2+\left(c^2+d^2\right)-A^2=2+\left(c+d\right)^2-2-A^2=B^2-A^2.$$

Пример 3. Докажите, что уравнение $x^2+x+1=py$ имеет целые решения $\left(x,y\right)$ для бесконечно большого числа простых $p.$

Решение. Используем метод доказательства от противного [2, с.661].

Предположим, что таких простых чисел только конечное число и обозначим их $p_1,p_2,...,p_n.$ Рассмотрим число $P=p_1\cdot p_2\cdot...\cdot p_n.$ Тогда число P^2+P+1 взаимно просто с $p_1,p_2,...,p_n$ и имеет простой делитель $q,$ отличный от $p_i.$ Следовательно, $P^2+P+1=qQ$ для некоторого натурального $Q,$ т.е. пара $\left(P,Q\right)$ есть целое решение уравнения $x^2+x+1=qy$, что противоречит предположению.

Пример 4. Известно, что уравнения $x^2+ax+1=0$ и $x^2+bx+c=0$ имеют общий вещественный корень, и уравнения $x^2+x+a=0$ и $x^2+cx+b=0$ также имеют общий вещественный корень. Найдите $a+b+c.$

Решение. Общий корень уравнения $x^2+ax+1=0$ и $x^2+bx+c=0$ должен удовлетворять равенству $\left(a-b\right)x+\left(1-c\right)=0,$ так что он должен быть равен $\frac{c-1}{a-b}.$ Другой корень $x^2+ax+1=0$ должен быть $\frac{a-b}{c-1},$ поэтому произведение корней равно 1.

Аналогично, общий корень $x^2+x+a=0$ и $x^2+cx+b=0$ должен удовлетворять $\left(c-1\right)x+\left(b-a\right)=0,$ то есть $x=\frac{a-b}{c-1}.$ Следовательно, $x^2+ax+1=0$ и $x^2+x+a=0$ имеют общий корень. Поэтому он удовлетворяет $\left(a-1\right)x+\left(1-a\right)=0.$ Значение a не может быть

равно 1, так как x^2+x+1 не имеет вещественных корней. Значит, общий корень равен 1. Поэтому оба корня $x^2+ax+1=0$ равны 1, а, следовательно, $a=-2$. Так что $x^2+bx+c=0$ имеет корень 1. Другой его корень должен быть равен $\frac{c}{1}=c$. Следовательно, $-b=c+1, b+c=-1$. Откуда $a+b+c=-3$.

Пример 5. Два игрока играют в следующую игру. Первый игрок выбирает два ненулевых целых числа *A* и *B*. Второй игрок составляет квадратный трехчлен с коэффициентами *A*, *B* и 1998 (в произвольном порядке). Первый игрок выигрывает тогда и только тогда, когда получившееся уравнение имеет два различных рациональных корня. Существует ли выигрышная стратегия для первого игрока?

Решение. Выбирая *A* и *B* кратными 1998, мы сводим задачу к поиску многочлена с небольшими коэффициентами, перестановка которых дает многочлен с различными рациональными корнями. Подбором убеждаемся, что набор $\{1,1,-2\}$ обладает этим свойством:

$$x^2+x-2=(x+2)(x-1),$$
$$x^2-2x+1=(x-1)^2,$$
$$-2x^2+x+1=(2x+1)(1-x).$$

Поэтому можно взять $A=1998, B=-2\cdot 1998$.

Пример 6. Докажите, что одно из решений уравнения

$$2000x^2-\left(2000+2001+0,1^{2000}\right)x+2001=0$$

больше 1, а другое меньше 1, [3, с.20].

Решение. Рассмотрим многочлен

$$y(x)=2000x^2-\left(2000+2001+0,1^{2000}\right)x+2001.$$

Значение $y(1)=2000-\left(2000+2001+0,1^{2000}\right)+2001=-0,1^{2000}$ отрицательно. Так как ветви параболы направлены вверх, они пересекают ось *x* один раз левее и один раз правее точки 1.

Пример 7. Существуют ли такие простые числа p и q, что уравнение $px^2-qx+p=0$ имеет рациональное решение? Если да, то перечислите все возможные пары.

Решение. Несложно заметить, что если x вещественный корень $px^2-qx+p=0$, то $x>0$. Пусть $x=\frac{m}{n}$, где $m,n\in\mathbb{N}$. Можно считать, что это несократимая дробь. Подставив $x=\frac{m}{n}$ в уравнение и умножив на n^2, получим $pm^2-qmn+pn^2=0$ и, следовательно, $m(qn-pm)=pn^2$. Следовательно, m делит pn^2 и, так как m и n не имеют общих множителей, то m делит p. То есть, $m=1$ или $m=p$, аналогично, $n=1$ или $n=p$. Поэтому для $x=\frac{m}{n}$ возможны три варианта: 1, p или $\frac{1}{p}$. Рассмотрим их.

Если $x=1$, то уравнение превращается в $q=2p$, что противоречит тому, что q простое. С другой стороны, если $x=p$ или $x=\frac{1}{p}$, то уравнение превращается в $q=p^2+1$. Ес-

ли p нечетное, то q четное число, большее 10, а это противоречит условию. Тогда p должно быть четным, так что $p = 2, q = 5$ и корни уравнения $2x^2 - 5x + 2 = 0$ равны 2 и $\frac{1}{2}$.

Как видим, на языке многочленов формулируются и решаются самые различные задачи.

Библиографический список

1. Иванова Н.И. О некоторых аспектах подготовки студентов к предметным олимпиадам различных уровней // Влияние исторического фактора на своеобразие экономического развития регионов России. сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках VII Стародубцевских чтений, посвященных В. А. Стародубцеву. Тула: Тульский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова», 2019. – С. 70-73.

2. Иванова Н.И. Метод от противного при решении математических задач // Актуальные вопросы современной науки и образования. Сборник научных статей по материалам XVIII международной научно-практической конференции. Киров: Московский финансово-юридический университет МФЮА, Кировский филиал, 2020. – С. 661-668.

3. Ларин С.В. Алгебра: многочлены: учебное пособие для академического бакалавриата / 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 136 с.

УДК 512.624.95; ГРНТИ 28.21.19

МАТРИЦЫ В КРИПТОГРАФИИ

Е.В. Неберт

Московский государственный университет спорта и туризма,
Россия, Москва, elenanebert@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается криптосхема Хилла и ее алгоритм. Главная инновация заключается в переходе шифрования от одиночных символов к одновременному шифрованию блоков информации. Кратко показан способ шифрования с использованием основ линейной алгебры. Для наглядности рассмотрен пример шифрования на основе операций над матрицами. В сущности, алгоритм Хилла выполняется посредством матричных операций. Данный метод имеет высокую применимость, но и высокую уязвимость к атакам при малом размере блока. С развитием современных программ методы шифрования модернизируются и комбинируются, позволяя решить проблему защиты данных.

Ключевые слова: матрица, детерминант, ключ, криптография, шифрование, биграмма.

MATRICES IN CRYPTOGRAPHY

E.V. Nebert

Moscow State University of Sports and Tourism,
RF, Moscow, elenanebert@mail.ru

The summary. The paper discusses the Hill cryptosystem and its algorithm. The main innovation is the transition from single-character encryption to simultaneous encryption of blocks of information. The paper briefly describes a method of encryption using the basics of linear algebra. For clarity, an example of encryption based on matrix operations is provided. Essentially, the Hill algorithm is implemented through matrix operations. This method has high applicability, but it is also highly vulnerable to attacks when the block size is small. With the development of modern software, encryption methods are being upgraded and combined to address the issue of data protection.

Keywords: matrix, determinant, key, cryptography, encryption, bigram.

Одной из современных проблем эпохи трансформации и глобальной цифровизации является защита данных от несанкционированного доступа. Все сферы деятельности каждого человека сегодня непременно связаны с обменом информации по различным каналам связи. Обеспечить конфиденциальность, целостность и аутентичность данных различных операций,

индивидуальной переписки, данных государственных или коммерческих структур – является ключевой проблемой науки криптографии. Невзирая на создание сложных и стойких алгоритмов шифрования в основе лежат базовые математические структуры. Матрица и операции над ней представляет собой мощный и эффективный инструмент, представляемый криптографам для создания перспективных пост-квантовых протоколов [1]. Исследование применения матриц в шифротехнике является не только интересным и увлекательным примером прикладной математики, но и ключом к пониманию основ защиты информации в нашем мире, что показывает актуальность данного вопроса. Целью статьи является выполнение краткого анализа применения теории матриц и линейной алгебры в криптографии. Кратко в статье будут рассмотрены матричные операции алгоритма AES (Advanced Encryption Standard) как перспективное направление криптографии.

Для рассмотрения криптографических алгоритмов необходимо иметь представление о базовых математических понятиях, которые составляют ядро линейного программирования и критически важны как для шифрования, так и расшифрования. К ним относят понятия «матрица», «вектор-столбец» (блок числовых данных), «обратная матрица», «скалярная матрица» и операции над ними. Алгоритм шифра Хилла заключается в преобразовании буквенного сообщения на цифровое и посредством матричных операций осуществляется процесс шифрования. Например, матрица $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ -1 & 2\end{pmatrix}$ – квадратная матрица 2×2, обратная к ней матрица $A^{-1}=\begin{pmatrix}2 & 1\\ -5 & 3\end{pmatrix}$; вектор-столбец как биграмма «НЕ» (Н=14, Е=5) может быть представлена как вектор Р=(14,5). Операция умножения матриц осуществляет линейное преобразование данных в шифротекст: $C=A\cdot P^{T}$, $\begin{pmatrix}3 & 5\\ -1 & 2\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}14\\ 5\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}67\\ -4\end{pmatrix}$. Криптографическим важным свойством является теорема обратимости матриц, хотя и является недостаточным для конечного алфавита. Понятийный аппарат линейной алгебры дает криптографу инструмент для выполнения обратимого линейного преобразования дискретных блоков информации, лежащих в основе криптографии Хила. Это первый в истории алгоритм, который дает практическое применение абстрактной алгебры и теории матриц для целей шифрования. Его главная инновация заключалась в переходе от шифрования одиночных символов к одновременному шифрованию блоков информации.

Рассмотрим шифрование слова «ВЕКТОР» с использованием биграмм (n=2) и ключевой матрицы «К» по алгоритму Хилла. Выбираем кодированный русский алфавит из 33 букв и 4 элементов препинания, например точка, запятая, знак вопроса и пустой (пробел). Каждой букве и символу присваивается ее порядковый номер. Покажем его в таблице для удобства.

А	**Б**	**В**	**Г**	**Д**	**Е**	**Ё**	**Ж**	**З**	**И**	**Й**	**К**	**Л**
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
М	**Н**	**О**	**П**	**Р**	**С**	**Т**	**У**	**Ф**	**Х**	**Ц**	**Ч**	**Ш**
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Щ	**Ъ**	**Ы**	**Ь**	**Э**	**Ю**	**Я**	**.**	**,**		**?**		
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		

Шаг 1: Выбор ключа. В качестве ключа используем слово «АЛЬПИНИЗМ», с матрицей 3×3 вида $\begin{pmatrix} 0 & 12 & 29 \\ 16 & 9 & 14 \\ 9 & 8 & 13 \end{pmatrix}$. Проверим условие обратимости:

det(K) = 379.

Шаг 2: Преобразование открытого текста.

Числовые значения: в=2, е =5, к=11, т=19, о=15, р =17, получили последовательный набор чисел 2 5 11 19 15 17.

Формируем биграммы-векторы, размерностью три: P_1 = (2 5 11), P_2 = (19 15 17).

Шаг 3: Шифрование первой биграммы (P_1).

$$\begin{pmatrix} 2 & 5 & 11 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 12 & 29 \\ 16 & 9 & 14 \\ 9 & 8 & 13 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 179 & 157 & 271 \end{pmatrix}.$$

Приведение по модулю 37:

(179 157 271) *mod* 37 = (179 *mod* 37 157 *mod* 37 271 *mod* 37) = (4 4 7)

Итак, первая матрица – буквы «ИИП».

Шаг 4: Шифрование второй биграммы (P_2).

$$\begin{pmatrix} 19 & 15 & 17 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 12 & 29 \\ 16 & 9 & 14 \\ 9 & 8 & 13 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 393 & 499 & 982 \end{pmatrix}$$

Приведение по модулю 37:

(393 499 982) *mod* 37 = (393 *mod* 37 499 *mod* 37 982 *mod* 37) = (10 13 26)

Вторая матрица – буквы «ЖКЮ»

Шаг 5: склеиваем две матрицы и получаем итоговый шифротекст: «ИИПЖКЮ». Чтобы произвести дешифрование необходимо обратно закодировать шифротекст в цифры и разбить на блоки. Определитель ключа «К» =379. По расширенному алгоритму Евклида рассчитаем *d*, *x*, *y*. Получили *d* =1, *x*=25, *y* = –5667. Обратный детерминанту элемент будет аналогичен *x*=25. Найдем матрицу, обратную матрице ключа 379 по *mod* 37, получим матрицу $\begin{pmatrix} 5 & -82 & 47 \\ 76 & -261 & 108 \\ -93 & 464 & -192 \end{pmatrix}$.Делим ее по модулю на 37 и получаем $\begin{pmatrix} 5 & -8 & 10 \\ 2 & -2 & 34 \\ -19 & 20 & -7 \end{pmatrix}$. Умножим мат-

рицу на обратный детерминанту элемент, получим матрицу $\begin{pmatrix} 125 & -200 & 250 \\ 50 & -50 & 850 \\ -475 & 500 & -175 \end{pmatrix}$. Делим ее по модулю на 37 и полученный результат транспонируем:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 12 \\ -5 & -1 & 13 \\ 6 & 22 & -4 \end{pmatrix}.$$

Для дешифровки шифротекста «ИИПЖКЮ» умножим строки на матрицу обратную ключу, склеим, декодируем и получим слово «ВЕКТОР».

Анализируя шифр Хилла, можно сделать заключение, что он имеет высокую применимость, поскольку легко алгоритмизуется посредством матичных операций, но и имеет высокую уязвимость к атаке при малом размере блока. Историческое значение шифра Хилла заключается в том, что он лег в основу современных блочных шифров, известных как DES и AES. AES – мировой стандарт симметричного шифрования – использует матрицы для работы с состоянием (State), представляющим блок данных 128 бит как матрицу 4×4 байт. Основой является алгоритм из четырех трансформаций, которые приводят к преобразованию MixColumns, основанного на идее Хилла, но позволяет обеспечить стойкий к анализу шифр, добавляющий глубокую диффузию на уровне столбцов. DES –линейный криптоанализ, использующий для атаки на итеративные блочные шифры статистические методы нахождения линейных комбинаций, связывающих ключ, шифротекст и открытый текст и их вариаций. С развитием современных программ Python и C++ методы шифрования модернизируются и комбинируются, приводя к созданию криптографических кэш-функций, стойких к дешифрованию, позволяя решить проблему защиты данных.

1. Алферова З.В. Основные теории криптографии и практика: учебное пособие. / З.В. Алферова, А.А. Кузнецов, А.С. Кузьмин и (др.). – М.: Издательский дом «Питер», 2020. – 576 с.

УДК 515.12; ГРНТИ 27.19.15

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТОПОЛОГИИ В КУРСЕ «ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ»

С.Р. Султанов

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, sergeysultanov@mail.ru

Аннотация. При изучении материала в курсе «Геометрия и топология», у студентов технических специальностей возникают затруднения в усвоении некоторых базовых понятий топологии в связи с их достаточно высокой степенью абстракции. В силу необходимости изучения важнейших разделов топологии, мы должны добиваться ясного и глубокого понимания основных определений, умения применять теоретические знания к решению задач, и на этом пути большую роль играют примеры, которые мы приводим для иллюстрации понятий и важнейших свойств. В данной работе показано, как можно реализовать этот подход при определении топологического пространства. Именно таким образом автор и подходил к изложению этого понятия при чтении данного курса лекций в РГРТУ студентам ФВТ .

Ключевые слова: топология, пространство, базовые понятия.

BASIC CONCEPTS OF TOPOLOGY IN THE COURSE "GEOMETRY AND TOPOLOGY"

S.R. Sultanov
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin,
Russia, Ryazan, , sergeysultanov@mail.ru

The summary. When studying the material in the course "Geometry and Topology", students of technical specialties have difficulties in mastering some basic concepts of topology due to their rather high degree of abstraction. Nevertheless, due to the need to study the most important sections of topology, we must achieve a clear and in-depth understanding of the basic definitions, the ability to apply theoretical knowledge to solving problems, and on this path the examples that we give to illustrate the concepts and important properties play an important role. In this paper, we will show how this approach can be implemented when defining a topological space. This is how the author approached the presentation of this concept when giving this course of lectures at the Russian State Technical University to students of the Faculty of Computer Engineering.
Keywords: topology, space, basic concepts.

При изучении материала в курсе «Геометрия и топология», у студентов технических специальностей возникают сложности в усвоении базовых понятий топологии, в связи с их достаточно высокой степени абстракции. Тем не менее, в силу необходимости изучения важнейших разделов топологии, мы должны добиваться ясного и глубокого понимания основных определений, умения применять теоретические знания к решению задач, и на этом пути большую роль играют примеры, которые мы приводим для иллюстрации понятий и важнейших свойств. В данной работе мы покажем, как можно реализовать этот подход на примере определения топологического пространства. Именно таким образом автор и подходил к изложению этого понятия при чтении данного курса студентам ФВТ.

Обычно топологию на множестве определяют путем задания семейства подмножеств данного множества, обладающим известными свойствами, или с помощью оператора замыкания ([1],[2]), но этот подход вызывает у студентов серьезные затруднения в понимании, которые с трудом преодолеваются лишь множеством удачных примеров. Поэтому предпочтительнее будет начинать с определения метрики на множестве и метрического пространства, и установления их свойств, с чем студентам уже приходилось встречаться ранее в курсе математического анализа.

Определение. Пусть X – некоторое непустое множество. Если на декартовом квадрате множества X определена числовая функция $\rho(x,y)$: $X \times X \Rightarrow R$ таким образом, что данная функция ρ удовлетворяет следующим условиям:

1. $\rho(x,y) \geq 0$ *для всех* $x, y \in X$ (аксиома не отрицательности);
2. $\rho(x,y) = 0 \Leftrightarrow x = y$ *для всех* $x, y \in X$ (аксиома тождества);
3. $\rho(x,y) = \rho(y,x)$ *для всех* $x, y \in X$ (аксиома симметрии);
4. $\rho(x,z) \leq \rho(x,y) + \rho(y,z)$ *для вск* $x, y, z \in X$ (аксиома треугольника);

то будем говорить, что функция ρ – метрика на множестве X, а рассматриваемое множестве X вместе с заданной на нем метрикой, будем называть метрическим пространством. Элементы множества X при этом принято называть точками метрического пространства. Обычно метрическое пространство X вместе с заданной на нем метрикой ρ обозначают (X,ρ). Метрическое пространство может также обозначатся просто X, если из контекста ясно, о какой метрике на нем идет речь.

Пример 1. Очевидно, множество *R* действительных чисел с определенной на нем метрикой $\rho(x,y)=|x-y|$ представляет собой пример метрического пространства, что позволяет использовать его для наглядной иллюстрации многих свойств и понятий метрических пространств. При этом данную метрику называют естественной**,** поскольку на множестве *R* существуют также и другие метрики.

Определение. Пусть (X,ρ) - метрическое пространство. Пусть точка $x_0 \in X$ и ε - положительное действительное число ($\varepsilon > 0$), тогда ε - окрестностью точки x_0 называется множество $O_\varepsilon(x_0)=\{x \in X | \rho(x,x_0) < \varepsilon\}$. Также данное множество $O_\varepsilon(x_0)$ называют открытым шаром с центром в точке x_0 и радиусом ε. Будем называть непустое множество $A \subset X$ открытым, если каждая его точка содержится в множестве A вместе с некоторой своей ε-окрестностью. При этом, любое открытое множество, содержащее точку $x_0 \in X$, в дальнейшем мы будем называть окрестностью точки x_0.

Пример 2. Хорошей иллюстрацией понятия открытого множества служит интервал числовой прямой $(x_0-\varepsilon, x_0+\varepsilon)$. Данный интервал является одновременно и открытым множеством, и ε-окрестностью точки x_0. Отметим, что если точка $y \notin (x_0-\varepsilon, x_0+\varepsilon)$, то множество $(x_0-\varepsilon, x_0+\varepsilon) \cup \{y\}$ уже не является открытым множеством. Заметим, что подобными интервалами вида $(x_0-\varepsilon, x_0+\varepsilon)$ не исчерпываются все открытые множества числовой прямой с естественной на нем метрикой: очевидно, что любые объединения таких интервалов, и непустые пересечения конечного (но не бесконечного!) их числа также будут являться открытыми множествами.

Определение. Пусть (X,ρ) – метрическое пространство, множество $A \subset X$, тогда точка $x_0 \in A$ называется внутренней точкой множества *A*, если она принадлежит множеству *A* вместе с некоторой своей окрестностью (и, значит, с некоторой своей ε-окрестностью $O_\varepsilon(x_0)$). Совокупность всех внутренних точек множества *A* называется внутренностью данного множества и обозначается $Int\ A$. Нетрудно видеть, что множество $A \subset X$ является открытым тогда и только тогда, когда оно совпадает со своей внутренностью. Заметим, что иногда открытое множество и определяют именно как такое множество, которое совпадает со своей внутренностью. Очевидно $Int \varnothing = \varnothing$, поэтому будет естественным считать пустое множество открытым, и тогда любое пересечение конечного числа открытых множеств также будет являться открытым множеством.

Пример 3. Пусть $[a, b]$ - отрезок числовой прямой. Тогда внутренностью данного отрезка является интервал (a, b). Этот же интервал служит внутренностью для полуинтервала $[a, b)$ и полуинтервала $(a, b]$.

Задача 1. Пусть $O_r(x_0)$ – шар в метрическом пространстве (X, ρ). Показать, что множество $O_r(x_0)$ является открытым в данном пространстве.

Задача 2. Пусть $O_{r_1}(x_0)$, $O_{r_2}(y_0)$ – два шара метрического пространства (X, ρ). Показать, что пересечение $O_{r_1}(x_0) \cap O_{r_2}(y_0)$ – открытое множество.

Задача 3. Показать, что для любого натурального n евклидово пространство

$R^n = \{\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) | x_i \in R\}$ с определенной на нем метрикой

$$\rho(\bar{x}, \bar{y}) = |\bar{x} - \bar{y}| = |((x_1 - y_1), (x_2 - y_2), \dots, (x_n - y_n))| = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2}$$

образует метрическое пространство.

Задача 4. Показать, что множество $C[a, b]$ всех непрерывных на отрезке $[a, b]$ функций с метрикой: $\rho(f, g) = \max |f(t) - g(t)|$ для всех $t \in [a, b]$, образует метрическое пространство.

Решение данных задач способствует усвоению понятий метрического пространства и открытого в нем множества.

Определение. Пусть (X, ρ) – метрическое пространство, множество $A \subset X$, тогда точка $x_0 \in X$ называется точкой прикосновения множества *A*, если любая окрестность данной точки имеет непустое пересечение с множеством *A*. Множество всех точек прикосновения множества A называется замыканием множества A и обозначается $\overline{A}$. Заметим, что для любого множества A метрического пространства (X, ρ) будет справедливо включение: $A \subset \overline{A}$. Приведем список достаточно очевидных свойств операции замыкания.

1. $\overline{\varnothing} = \varnothing$, $\overline{X} = X$.
2. Если $A \subset B$, то $\overline{A} \subset \overline{B}$.
3. Для каждого $A \subset X$, $A \subset \overline{A}$.

Очевидно отрезок $[a, b]$ является замыканием интервала (a, b), при этом замыкание интервала получается с помощью присоединения к нему двух его точек прикосновения a и b. Аналогично, окружность на плоскости, добавленная к внутренности ограниченного ею круга, дает нам круг, который содержит в себе все свои точки прикосновения.

Определение. Пусть (X, ρ) - метрическое пространство, множество $A \subset X$, тогда точка $x_0 \in X$ называется предельной точкой множества *A*, если любая ее окрестность содержит хотя бы одну точку из множества *A*, отличную от точки x_0.

Заметим, что любая предельная точка множества является его точкой прикосновения, в то время как точка прикосновения может не быть предельной. Примером здесь может служить точка прикосновения y для множества $(x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon) \cup \{y\}$, при условии, что $y \notin (x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon)$.

Заметим, что понятие точки прикосновения и предельной точки множества ранее уже встречалось нами в курсе математического анализа, при определении предела последовательности. Также там давались определения замкнутого множества на числовой прямой, и на плоскости. Обобщая естественным образом данные понятия, мы можем дать определение замкнутого множества в произвольном метрическом пространстве.

Определение. Множество F метрического пространства (X, ρ) назовем замкнутым**,** если его дополнение $X \setminus F$ – открыто.

Отметим, что $\varnothing$ и само множество X – замкнутые множества метрического пространства, и одновременно открытые. Такие множества называют открыто-замкнутыми. Существует тесная связь между понятием замкнутого множества и операцией замыкания, которая устанавливается следующей теоремой.

Теорема 1. *Множество F метрического пространства (X,ρ) замкнуто тогда и только тогда, когда оно совпадает со своим замыканием.*

Доказательство данной теоремы можно отложить до изучения свойств топологии, где она будет доказана уже для произвольного топологического пространства (или предложить как задачу на практическом занятии). Из этой теоремы следует, что множество будет замкнутым тогда и только тогда, когда оно содержит все свои точки прикосновения. Отметим, что нередко этот факт и берется за определение замкнутого множества.

Следующая теорема определяет топологические свойства метрического пространства.

Теорема 2. *Пусть (X,ρ) - метрическое пространство, и семейство τ состоит из всех открытых его подмножеств. Тогда семейство τ обладает следующими свойствами*:

1. $X \in \tau$, и $\varnothing \in \tau$;
2. Объединение любого семейства открытых множеств $(A_i)_{i\in I}$ также является открытым множеством.
3. Пересечение конечного числа открытых множеств является открытым множеством.

Доказательство данной теоремы не представляет сложности, и рекомендуется выполнить самостоятельно.

Рассмотренные нами свойства метрического пространства приводят к определению топологического пространства. Метрические пространства при этом, являясь частным случаем топологических, оказываются удобными для иллюстрации понятий и свойств топологического пространства.

Определение. Пусть X – некоторое непустое множество, O' – некоторое семейство его подмножеств: $O' = (U_i)_{i\in I}$. Будем говорить, что семейство O' определяет топологию на множестве X, если выполняются следующие условия:

1. $\varnothing \in O', X \in O'$.
2. Если $U \in O'$ и $V \in O'$, то $U \cap V \in O'$
3. Если $U_j \in O'$ для всех $j \in J$, то $\bigcup_{j\in J} U_j \in O'$.

В этом случае все подмножества из семейства O' называются открытыми, само семейство O' называют топологией на множестве X, а множество X с определенной на нем топологией O' называется топологическим пространством**.**

Топологическое пространство принято обозначать (X, O'). Если из контекста ясно, какая задана топология на множестве X, то топологическое пространство в этом случае обозначают просто X. Элементы множества X при этом будем называть точками топологического пространства.

Рассмотрим некоторые примеры топологических пространств.

Пример 4. Пусть X – непустое множество, тогда определим для него множество 2^X, состоящее из всех подмножеств множества X. Например, если X = {1,2}, то 2^X = {{1};{2};{1,2};Ø}. Если множество X конечное, то число элементов в нем называют мощностью множества X и обозначают $|X|$. Нетрудно видеть при этом, что если конечное множество X состоит из n элементов, то и множество 2^X является конечным, и число его элементов $|2^X| = 2^n$**.** Как известно**,** среди бесконечных множеств минимальной мощностью обладают счетные множества (множества, равномощные с множеством натуральных чисел).

Определим на любом непустом множестве X так называемую дискретную топологию $\mathcal{O}_g$, полагая $\mathcal{O}_g = 2^X$. Выполнимость условий (1 – 3) здесь очевидна. Любое подмножество множества X в дискретной топологии является открытым.

Определим на любом непустом множестве X антидискретную топологию $\mathcal{O}_a$, полагая $\mathcal{O}_a = \{\emptyset, X\}$. В этой топологии существуют только два открытых множества. Заметим, что для всех остальных топологий $\mathcal{O}$, заданных на множестве X, будет справедливо следующее условие: $\mathcal{O}_a \subset \mathcal{O} \subset \mathcal{O}_g$. Будем говорить, что топология $\mathcal{O}_1$ слабее топологии $\mathcal{O}_2$ (топология $\mathcal{O}_2$ сильнее топологии $\mathcal{O}_1$), если $\mathcal{O}_1 \subset \mathcal{O}_2$, то есть когда каждое открытое множество в топологии $\mathcal{O}_1$ будет также открытым и в топологии $\mathcal{O}_2$. Таким образом, дискретная и антидискретная топологии являются сильнейшей и слабейшей, соответственно, топологиями на данном множестве.

Пример 5. Как следует из теоремы 1, каждое метрическое пространство (X, ρ) является также и топологическим, причем семейство τ всех открытых подмножеств метрического пространства и есть топология на нем. В частности, как было показано выше, числовая прямая *R* с естественной метрикой на ней представляет собой топологическое пространство с естественной на ней топологией, в которой открытыми множествами являются любые интервалы (как конечные, так и бесконечные), и всевозможные их объединения. Заметим, что если вместо множества *R* мы ограничимся его подмножеством $I = [0, 1]$, то все содержащиеся в нем числовые интервалы и их всевозможные объединения также будут задавать топологию на этом множестве, называемую естественной топологией замкнутого интервала I **.**

Пример 6. Пусть множество X состоит из двух элементов: $X = \{a, b, \}$. Тогда семейство его подмножеств $\mathcal{O} = \{\emptyset, \{ab\}, \{a\}\}$ определяет топологию, называемой связным двоеточием.

Пример 7. Пусть множество X состоит из 3-х элементов: $X = \{a, b, c\}$. Покажем,что на нем можно задавать различные топологии (кроме дискретной и антидискретной). Таковыми являются например топологии: 1) $\mathcal{O}_1 = \{\emptyset, X, \{ab\}\}$; 2) $\mathcal{O}_2 = \{\emptyset, X, \{a\}\}$; 3) $\mathcal{O}_3 = \{\emptyset, X, \{a\}, \{ac\}\}$ и т.д.…

Пример 8. Пусть X - произвольное бесконечное множество. Зададим на нем топологию $\mathcal{O}$, полагая, что множество $U \in \mathcal{O}$ тогда и только тогда, когда его дополнение $X \setminus U$ является конечным подмножеством. Данная топология называется топологией Зарисского, она служит хорошим примером для иллюстрации многих свойств топологий.

Для успешного усвоения понятия топологии на множестве и основных ее свойств, рекомендуется на практическом занятии решить ряд задач §1 из сборника [3].

Библиографический список

1. Келли Дж. Л. Общая топология. - М.: Наука, 1981. - 431 с.
2. Энгелькинг Р. Общая топология. – М.: Мир. 1986. - 752 с.
3. Архангельский А.В., Пономарев В.И. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. - М.: Наука, 1974. - 423 с.

УДК 512.542; ГРНТИ 27.15

ТЕОРИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ НАД КОНЕЧНЫМИ ПОЛЯМИ, ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В КРИПТОГРАФИИ

С.А. Нелюхин
Рязанский государственный радиотехнический университет
Россия, Рязань, sergey-nel@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена теория эллиптических кривых над различными полями Галуа, ее применение в криптографии. Дано описание дистанционного курса «Основные алгебраические структуры, элементы криптографии» и изложены рекомендации по его использованию в учебном процессе в техническом вузе.
Ключевые слова: уравнение Вейерштрасса, группа точек эллиптической кривой, несуперсингулярная эллиптическая кривая, криптография, протокол Диффи-Хеллмана.

THEORY OF ELLIPTIC CURVES OVER FINITE FIELDS, AND ITS APPLICATION IN CRYPTOGRAPHY

S.A. Nelyukhin
Ryazan State Radio Engineering University Russia,
Ryazan, sergey-nel@yandex.ru

Abstract. The article presents the theory of elliptic curves over various Galois fields and its application in cryptography. It describes the distance course "Basic Algebraic Structures and Elements of Cryptography" and provides recommendations for its use in the educational process at a technical university.
Keywords: Weierstrass equation, elliptic curve point group, nonsingular elliptic curve, cryptography, Diffie-Hellman protocol.

1. Эллиптические кривые над простыми полями. В последнее время одна из областей теории чисел и алгебраических структур – теория эллиптических кривых (далее ЭК), нашла широкое применение в криптографии. Основная причина состоит в том, что ЭК над полем Галуа позволяет строить всевозможные конечные абелевы группы – группы точек на ЭК, над элементами которых можно производить операции сложения и нахождения противоположного элемента.

В конце прошлого века Ф. Миллер, Н. Коблиц применили теорию ЭК над конечным полем к построению криптосистем с открытым ключом [1, 2].

Рассмотрим теорию ЭК над конечным полем [1, 2]. В случае произвольного (в том числе и бесконечного) поля F эллиптическая кривая $\mathbf{E}$ задается уравнением Вейерштрасса:

$$y^2 + a_1xy + a_3y = x^3 + a_2x^2 + a_4x + a_6, \qquad (1)$$

где $a_1, a_3, a_2, a_4, a_6 \in F$.

При этом $\mathbf{E}$ является гладкой (кривой без особенностей), если для любой точки $M_0(x_0, y_0) \in \mathbf{E}$:

$$\left.\frac{\partial F}{\partial x}\right|_{M_0(x_0,y_0)} \neq 0, \ \left.\frac{\partial F}{\partial y}\right|_{M_0(x_0,y_0)} \neq 0 \quad \left(F(x,y) = y^2 + a_1xy + a_3y - x^3 - a_2x^2 - a_4x - a_6\right)$$

(последнее условие означает, что каждая точка $M_0(x_0, y_0) \in \mathbf{E}$ является неособой точкой ЭК $\mathbf{E}$, через эту точку можно провести невертикальную касательную).

В случае конечного поля F общее уравнение ЭК (1) принимает определенный вид в зависимости от характеристики поля).

В криптографии в основных случаях применяются кривые над простыми полями Галуа. На множестве $\mathbf{E}(F)=\mathbf{E}(Z_p)$ ($p>3$ – простое число) эллиптической кривой без особенностей называется множество пар $(x;y)$ чисел, удовлетворяющих сравнению:

$$y^2 \equiv x^3+ax+b \pmod p, \tag{2}$$

где $a,b\in\{0;1;2;...,p-1\}$ – вычеты по модулю $p>3$, такие, что $4a^3+27b^2\neq 0 \pmod p$.

В группе точек на ЭК нулевым (нейтральным по сложению) элементом является точка O (точка на бесконечности), для которой выполняются условия

$$P(x;y)+O=P(x;y),\ P(x;y)+(-P(x;y))=P(x;y)+P'(x;\ -y)=O$$

(из (2) следует, что если $P(x;y)\in$ ЭК, то и $P'(x;\ -y)\in$ ЭК, левая часть уравнения (2) четная относительно y).

Пусть заданы две точки $P_1(x_1;y_1), P_2(x_2;y_2)\in$ ЭК. На множестве точек ЭК вводится бинарная операция сложения:

$$P_1(x_1;y_1)+P_2(x_2;y_2)=P_3(x_3;y_3).$$

Случай 1. Пусть $x_1\neq x_2$ ($P_1(x_1;y_1)\neq P_2(x_2;y_2)$). В этом случае точка $P_3(x_3;y_3)$ имеет координаты:

$$x_3=A^2-x_1-x_2=\lambda^2-x_1-x_2,\ y_3=\lambda(x_1-x_3)-y_1,\ \lambda=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}.$$

Случай 2. Пусть $x_1=x_2,\ y_1=y_2\neq 0$ ($P_1(x_1;y_1)=P_2(x_2;y_2)$). В этом случае операция сложения точек называется удвоением точки P_1: $P_3=2P_1$. Координаты точки $P_3=2P_1$:

$$P_3(x_3;y_3)=2P_1(x_1;y_1),\ x_3=\lambda^2-2x_1,\ y_3=\lambda(x_1-x_3)-y_1,\ \lambda=\frac{3x_1^2+a}{2y_1}.$$

Случай 3. Пусть $x_1=x_2,\ y_1\equiv -y_2 \pmod p$. В этом случае точки $P_1(x_1;y_1),\ P_2(x_1;-y_1)$ симметричны друг другу относительно оси абсцисс, то есть $P_2(x_1;-y_1)=-P_1(x_1;y_1)$, их сумма есть нулевой элемент – точка O (точка на бесконечности):

$$P_1+(-P_1)=P_1+P_2=O.$$

По введенной операции сложения множество всех точек ЭК, вместе с нулевой точкой O, образуют абелеву группу, которая обозначается G_{EK}. При этом группа G_{EK} конечна и имеет порядок m, причем $\left(\sqrt{p}-1\right)^2\le m\le\left(\sqrt{p}+1\right)^2$.

Точка *Q* называется точкой кратности k ЭК, если для некоторой точки *P* выполнено равенство $Q=P+P+...+P=kP$. Операция, которая определена данной формулой, называется формулой скалярного умножения точек ЭК, где $k\in\mathbf{N}$ – скаляр, на который формально умножается точка *P*. При этом точка *P* имеет порядок k, если ее скалярное умножение на k равна нулевой точке *O*, то есть $kP=O$.

Пример 1. Эллиптическая кривая (ЭК) задана уравнением

$$y^2 \equiv x^3 + 2x + 4 \pmod 5.$$

Группа точек на ЭК имеет семь точек:

$$O,\ P_1(0;\ 2),\ P_2(0;\ 3),\ P_3(2;\ 1),\ P_4(2;\ 4),\ P_5(4;\ 1),\ P_6(4;\ 4).$$

Зададим групповую операцию в виде таблицы Кэлли. Построим циклические подгруппы (циклы, порожденные отдельными точками группы точек на ЭК).

Возьмем, например, точку $P_1(0;\ 2)$, и будем ее складывать с самой собой до получения нейтрального элемента группы: $P_1,\ 2P_1,\ 3P_1,\ \ldots, O$.

Находим $2P_1$ (удвоение точки, случай 2). Определяем значения:

$$\lambda = \frac{3x_1^2 + a}{2y_1} = \frac{3\cdot 0^2 + 2}{2\cdot 2} = \frac{2}{4} = \frac{2}{-1} = -2,$$

$$\begin{cases} x_3 = \lambda^2 - 2x_1 = (-2)^2 - 2\cdot 0 = \boxed{4} \pmod 5, \\ y_3 = -2\cdot(0-4) - 2 = 8 - 2 = 6 \equiv \boxed{1} \pmod 5. \end{cases}$$

Итак, $2P_1 = P_5(4;\ 1)$.

Находим $3P_1 = 2P_1 + P_1 = P_5 + P_1,\ P_5(4;\ 1), P_1(0;\ 2)$. Так как складываются разные точки (случай 1), то

$$\lambda = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{2-1}{0-4} = \frac{1}{-4} = \frac{1}{1} = 1,\ \begin{cases} x_3 = \lambda^2 - x_1 - x_2 = 1^2 - 4 - 0 = -3 \equiv \boxed{2} \pmod 5, \\ y_3 = 1(4-2) - 1 = \boxed{1} \pmod 5. \end{cases}$$

В результате $3P_1 = P_3(2;\ 1)$.

Аналогично находим $4P_1 = P_4(2;\ 4),\ 5P_1 = P_6(4;\ 4),\ 6P_1 = P_2(0;\ 3),\ 7P_1 = P_2 + P_1 = O$.

Таким образом, получаем следующий цикл для точки P_1:

$$P_1;\ \ 2P_1 = P_5;\ 3P_1 = P_3;\ 4P_1 = P_4;\ 5P_1 = P_6;\ 6P_1 = P_2;\ 7P_1 = O,$$

то есть точка P_1 имеет порядок, равный 7 ($7P_1 = O$).

Составим таблицу Кэли сложения элементов группы точек на ЭК.

Для точки P_1 имеем:

$$\begin{cases} P_1 + O = P_1, & P_1 + P_1 = 2P_1 = P_5, \\ P_1 + P_2 = P_1 + 6P_1 = 7P_1 = O, & P_1 + P_3 = P_1 + 3P_1 = 4P_1 = P_4, \\ P_1 + P_4 = P_1 + 4P_1 = 5P_1 = P_6, & P_1 + P_5 = P_1 + 2P_1 = 3P_1 = P_3, \quad P_1 + P_6 = P_1 + 5P_1 = 6P_1 = P_2. \end{cases}$$

Для точки P_2 имеем:

$$\begin{cases} P_2 + O = P_2, & P_2 + P_1 = 6P_1 + P_1 = 7P_1 = O, \\ P_2 + P_2 = 6P_1 + 6P_1 = 12P_1 = 7P_1 + 5P_1 = O + P_6 = P_6, \\ P_2 + P_3 = 6P_1 + 3P_1 = 9P_1 = 7P_1 + 2P_1 = O + P_5 = P_5, \\ P_2 + P_4 = 6P_1 + 4P_1 = 10P_1 = 7P_1 + 3P_1 = O + P_3 = P_3, \\ P_2 + P_5 = 6P_1 + 2P_1 = 8P_1 = P_1, & P_2 + P_6 = 6P_1 + 5P_1 = 11P_1 = 7P_1 + 4P_1 = O + P_4 = P_4. \end{cases}$$

В результате получаем таблицу Кэли для операции сложения точек на ЭК:

+	$O=7P_1$	P_1	$P_2=6P_1$	$P_3=3P_1$	$P_4=4P_1$	$P_5=2P_1$	$P_6=5P_1$
$O=7P_1$	O	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
$P_1=1P_1$	P_1	P_5	O	P_4	P_6	P_3	P_2
$P_2=6P_1$	P_2	O	P_6	P_5	P_3	P_1	P_4
$P_3=3P_1$	P_3	P_4	P_5	P_2	O	P_6	P_1
$P_4=4P_1$	P_4	P_6	P_3	O	P_1	P_2	P_5
$P_5=2P_1$	P_5	P_3	P_1	P_6	P_2	P_4	O
$P_6=5P_1$	P_6	P_2	P_4	P_1	P_5	O	P_3

Рассмотрим криптографический алгоритм, основанный на протоколе Диффи-Хелмана. Для установления секретной связи два пользователя ***A*** и ***B*** выбирают ЭК $\mathbf{E}$, и точку ***P*** на ней. Затем ***A*** и ***B*** генерируют независимо друг от друга по секретному числу (ключу) α, β. Пользователь ***A*** вычисляет произведение $\alpha \cdot P$ и пересылает его ***B,*** а пользователь ***B*** вычисляет $\beta \cdot P$ и пересылает его ***A***. При этом параметры кривой, координаты точки на ней, значения произведений являются открытыми ключами, и могут передаваться по незащищенным каналам связи. Далее пользователь ***A*** умножает присланное ему значение $\beta \cdot P$ на α, получив после этого $\alpha\beta \cdot P$, пользователь ***B*** умножает присланное ему значение $\alpha \cdot P$ на β, получая такой же результат $\alpha\beta \cdot P$. Таким образом, оба пользователя получили общее секретное значение (координаты точки $\alpha\beta \cdot P$ на ЭК), которое они могут использовать для получения секретного ключа шифрования. Криптоаналитику для восстановления ключа потребуется решить сложную с вычислительной точки зрения математическую задачу восстановления α, β по известной кривой $\mathbf{E}$ и точкам $P,\ \beta P,\ \alpha P$.

Пусть **A** и **B** решили провести передачу сообщений, используя криптосистему на базе ЭК. Они выбрали точку $P_4(2;\ 4)$ на ней, и генерируют секретные числа $\alpha = 12,\ \beta = 25$.

Пользователь **A** вычисляет точку

$$\alpha \cdot P_4 = 12P_4 = 12(4P_1) = 48P_1 = 6(7P_1) + 6P_1 = O + 6P_1 = 6P_1 = P_2.$$

Пользователь **B** вычисляет точку

$$\beta \cdot P_4 = 25P_4 = 25(4P_1) = 100P_1 = 14(7P_1) + 2P_1 = O + 2P_1 = 2P_1 = P_5.$$

Пользователь **A** умножает присланную ему точку $\beta \cdot P_4 = P_5$ на свое секретное число $\alpha = 12$, и получает точку:

$$\alpha\beta \cdot P_4 = 12P_5 = 12(2P_1) = 24P_1 = 3(7P_1) + 3P_1 = O + P_3 = P_3.$$

Пользователь **B** умножает присланную ему точку $\alpha \cdot P_4 = P_2$ на свое секретное число $\beta = 25$, и получает точку:

$$\beta\alpha \cdot P_4 = 25P_2 = 25(6P_1) = 150P_1 = 21(7P_1) + 3P_1 = O + P_3 = P_3.$$

Таким образом, оба пользователя получили общее секретное значение (координаты точки $\alpha\beta P_4 = P_3$), которое они будут использовать в качестве общего секретного ключа.

2. Эллиптические кривые над полем $GF\left(2^n\right)=GF\left(2\right)\left[\lambda\right]$. Рассмотрим несуперсингулярную эллиптическую кривую, заданную уравнением

$$y^2+xy=x^3+\alpha x^2+\beta \quad \left(\alpha,\beta\in GF\left(2\right)\right)$$

над полем $GF\left(2^n\right)=GF\left(2\right)\left[\lambda\right]$ характеристики 2, порожденным корнем λ некоторого неприводимого над простым полем $GF\left(2\right)$ многочлена $p\left(x\right)$. Операция сложения (или удвоения) точек $P_1\left(x_1;y_1\right),P_2\left(x_2;y_2\right)$ на ЭК в этом случае вводится следующим образом:

Случай 1. Пусть $x_1\neq x_2$ $\left(P_1\left(x_1;y_1\right)\neq P_2\left(x_2;y_2\right)\right)$. В этом случае точка $P_3\left(x_3;y_3\right)=P_1\left(x_1;y_1\right)+P_2\left(x_2;y_2\right)$ имеет координаты:

$$x_3=\lambda^2+\lambda+\alpha+x_1+x_2,\ \ y_3=x_3+y_1+\lambda\left(x_1+x_3\right),\ \lambda=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}.$$

Случай 2. Пусть $x_1=x_2=a,\ y_1=y_2=b$ $\left(P_1\left(x_1;y_1\right)=P_2\left(x_2;y_2\right)\right)$. В этом случае операция удвоения точки P_1: $P_3=2P_1$. Координаты точки $P_3=2P_1$:

$$P_3\left(x_3;y_3\right)=2P_1\left(x_1;y_1\right),\ x_3=\left(\lambda'\right)^2+\lambda'+\alpha,\ \ y_3=a^2+\left(\lambda'+1\right)x_3,\ \lambda'=a+\frac{b}{a}.$$

Пример 2. Пусть несуперсингулярная уравнением над полем $GF\left(2^2\right)=GF\left(2\right)\left[\lambda\right]$ эллиптическая кривая задана

$$y^2+xy=x^3+x^2+1.$$

В качестве λ примем корень неприводимого над $GF\left(2\right)$ многочлена $p\left(x\right)=1+x+x^2$. В самом деле, многочлен $p\left(x\right)=1+x+x^2$ раскладывается в поле $GF\left(2^2\right)$ на линейные множители: $p\left(x\right)=1+x+x^2=\left(x+\lambda\right)\left(x+1+\lambda\right)$.

В поле $GF\left(2^2\right)=GF\left(2\right)\left[\lambda\right]$ имеем элементы:

$0=\left(0,\ 0\right)$ – нуль поля, $1=\left(1,\ 0\right)$ – единица поля, $x=\left(0,\ 1\right),\ 1+x=\left(1,\ 1\right)$.

В поле $GF\left(2^2\right)$ операции сложения и умножения определены следующим образом:

$$\begin{cases}0+0=0,\ 0+1=1,\ 0+x=x,\ 0+\left(1+x\right)=1+x,\\ 1+1=1,\ 1+x=1+x,\ 1+\left(1+x\right)=x,\\ x+x=2x=0,\ x+\left(1+x\right)=1,\\ \left(x+1\right)+\left(x+1\right)=2\left(x+1\right)=0;\end{cases}$$

$$\begin{cases}0\cdot 0=0,\ 0\cdot 1=0,\ 0\cdot x=0,\ 0\cdot\left(1+x\right)=0,\\ 1\cdot 1=1,\ 1\cdot x=x,\ 1\cdot\left(1+x\right)=1+x,\\ x\cdot x=x^2=-x-1=1+x,\ x\cdot\left(1+x\right)=x+x^2=-1=1,\\ \left(x+1\right)\cdot\left(x+1\right)=x^2+2x+1=x^2+1=-x=x.\end{cases}$$

Так как $x\cdot\left(1+x\right)=1$, то $x,\ 1+x$ – взаимно-обратные элементы в поле $GF\left(2^2\right)$.

Непосредственной проверкой выясняем, что группа точек на ЭК имеет следующие восемь точек (включая и бесконечно удаленную точку):

$$\mathbf{O},\ P_1\left[(0;\ 0);\ (1;\ 0)\right],\ P_2\left[(1;\ 0);\ (0;\ 1)\right],\ P_3\left[(1;\ 0);\ (1;\ 1)\right],\ P_4\left[(0;\ 1);\ (1;\ 0)\right],$$
$$P_5\left[(0;\ 1);\ (1;\ 1)\right],\ P_6\left[(1;\ 1);\ (1;\ 0)\right],\ P_7\left[(1;\ 1);\ (0;\ 1)\right].$$

Построим циклическую подгруппу для точки $P_4\left[(0;\ 1);\ (1;\ 0)\right]$, будем ее складывать с самой собой до получения нейтрального элемента группы: $P_4,\ 2P_4,\ 3P_4,\ \ldots,\ \mathbf{O}$.

Вычисляем точку $2P_4$ (в этом случае $a=(0;\ 1),\ b=(1;\ 0)$):

$$\lambda' = a+\frac{b}{a} = (0,1)+\frac{(1,0)}{(0,1)} = (0,1)+(1,0)\cdot(0,1)^{-1} = x+1\cdot(1+x) = x+1+x = 1,$$
$$x_3 = (\lambda')^2+\lambda'+\alpha = 1^2+1+1 = (1,0),$$
$$y_3 = a^2+(\lambda'+1)x_3 = (0,1)^2+(1+1)\cdot(1,0) = x^2 = 1+x = (1,1).$$

В результате получаем точку $2P_4 = P_3\left[(1;\ 0);\ (1;\ 1)\right]$.

Находим $3P_4 = 2P_4+P_4 = P_3+P_4$. Вычисляем

$$\lambda = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} = \frac{(1,0)-(1,1)}{(0,1)-(1,0)} = \frac{1-(1+x)}{x-1} = \frac{-x}{x+1} = -x\cdot x = -x^2 = 1+x,$$
$$x_3 = \lambda^2+\lambda+\alpha+x_1+x_2 = (1+x)^2+(1+x)+1+1+x = x^2 = 1+x = (1,1),$$
$$y_3 = x_3+y_1+\lambda(x_1+x_3) = 1+x+1+x+(1+x)(1+1+x) = x+x^2 = 1 = (1,0).$$

Итак, $3P_4 = P_6\left[(1;\ 1);\ (1;\ 0)\right]$.

Рассуждая аналогично, получаем последовательно:

$$4P_4 = P_1\left[(0;\ 0);\ (1;\ 0)\right],\ 5P_4 = P_7\left[(1;\ 1);\ (0;\ 1)\right],$$
$$6P_4 = P_2\left[(1;\ 0);\ (0;\ 1)\right],\ 7P_4 = P_5\left[(0;\ 1);\ (1;\ 1)\right],\ 8P_4 = \mathbf{O}.$$

Для точки P_4 получаем следующий цикл:

$$2P_4 = P_3,\ 3P_4 = P_6,\ 4P_4 = P_1,\ 5P_4 = P_7,\ 6P_4 = P_2,\ 7P_4 = P_5,\ 8P_4 = \mathbf{O}.$$

Таблица Кэли для операции сложения точек на ЭК имеет вид:

+	$\mathbf{O}=8P_1$	$P_1=4P_4$	$P_2=6P_4$	$P_3=2P_4$	$P_4=P_4$	$P_5=7P_4$	$P_6=3P_4$	$P_7=5P_4$
$\mathbf{O}=8P_1$	$\mathbf{O}$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
$P_1=4P_4$	P_1	$\mathbf{O}$	P_3	P_2	P_7	P_6	P_5	P_4
$P_2=6P_4$	P_2	P_3	P_1	$\mathbf{O}$	P_5	P_7	P_4	P_6
$P_3=2P_4$	P_3	P_2	$\mathbf{O}$	P_1	P_6	P_4	P_7	P_5
$P_4=P_4$	P_4	P_7	P_5	P_6	P_3	$\mathbf{O}$	P_1	P_2
$P_5=7P_4$	P_5	P_6	P_7	P_4	$\mathbf{O}$	P_2	P_3	P_1
$P_6=3P_4$	P_6	P_5	P_4	P_7	P_1	P_3	P_2	$\mathbf{O}$
$P_7=5P_4$	P_7	P_4	P_6	P_5	P_2	P_1	$\mathbf{O}$	P_3

4. **Нахождение точек на эллиптической кривой.** Рассмотрим вопрос о нахождении точек на несуперсингулярной эллиптической кривой, заданной уравнением

$$y^2 + xy = f(x) \quad \left(f(x) = x^3 + \alpha x^2 + \beta;\ \ \alpha, \beta \in GF(2),\ x, y \in GF\left(2^n\right)\right). \tag{3}$$

Задача заключается в следующем: по заданным координатам точки $x = (x_0,\ x_1,\ ...,\ x_{n-1}) \in GF\left(2^n\right)$ найти координаты точки $y = (y_0,\ y_1,\ ...,\ y_{n-1}) \in GF\left(2^n\right)$. Неизвестный вектор определяем в виде

$$y = zx \ \ (x \neq 0).$$

В этом случае уравнение (3) примет вид

$$z^2 + z = \sigma(x) \quad (\sigma(x) = f(x) \cdot x^{-2} = f(x) \cdot \left(x^{-1}\right)^2), \tag{4}$$

где x^{-1} – обратный к элементу $x \neq 0$ в поле $GF\left(2^n\right)[\lambda]$ элемент (λ – корень неприводимого над полем $GF(2)$ многочлена $p(x)$).

Для дальнейших рассуждений предположим $n = 4$. Для известного вектора (точки) $x = (x_0,\ x_1,\ x_2, x_3) \in GF\left(2^4\right)$ требуется найти вектор $z = (z_0,\ z_1,\ z_2, z_3) \in GF\left(2^4\right)$ в полиномиальном базисе $\mathbf{B} = \left\langle \lambda^0, \lambda^1, \lambda^2, \lambda^3 \right\rangle$ в матричном виде:

$$z = z_0\lambda^0 + z_1\lambda^1 + z_2\lambda^2 + z_3\lambda^3 = (z_0,\ z_1,\ z_2, z_3) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} = z \cdot T_1 \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix}. \tag{5}$$

Для элемента z^2 соответствующее разложение имеет вид:

$$z^2 = z_0\left(\lambda^0\right)^2 + z_1\left(\lambda^1\right)^2 + z_2\left(\lambda^2\right)^2 + z_3\left(\lambda^3\right)^2 = z_0 \cdot \mathbf{a}^{(0)} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} + z_1 \cdot \mathbf{a}^{(1)} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} + z_2 \cdot \mathbf{a}^{(2)} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} + z_3 \cdot \mathbf{a}^{(3)} \cdot \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix},$$

где $\mathbf{a}^{(k)} = \left(a_0^{(k)},\ a_1^{(k)},\ a_2^{(k)},\ a_3^{(k)}\right)$ – вектор-строка координат элемента λ^k ($k = \overline{0,3}$) в полиномиальном базисе $\mathbf{B} = \left\langle \lambda^0, \lambda^1, \lambda^2, \lambda^3 \right\rangle$ поля $GF\left(2^4\right)$. Соответствующее этому разложению матричное представление для элемента z^2 будет имеет вид

$$z^2 = (z_0,\ z_1,\ z_2, z_3) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} = z \cdot T_2 \begin{pmatrix} \lambda^0 \\ \lambda^1 \\ \lambda^2 \\ \lambda^3 \end{pmatrix} \tag{}$$

(k-ая строка матрицы T_2 представляет собой координаты элемента $(\lambda)^{2k-2}$ в базисе $\mathbf{B}$).

Складывая матричные равенства (5) и (6) для z и z^2, получим

$$z^2+z=\sigma(x)\Leftrightarrow z\cdot(T_1+T_2)\begin{pmatrix}\lambda^0\\ \lambda^1\\ \lambda^2\\ \lambda^3\end{pmatrix}=\sigma(x)\Leftrightarrow z\cdot\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1 & 0\\ a_{20} & a_{21} & 1+a_{22} & a_{23}\\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & 1+a_{33}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\lambda^0\\ \lambda^1\\ \lambda^2\\ \lambda^3\end{pmatrix}=\sigma(x)\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow(z_0,\ z_1,\ z_2,z_3)\cdot\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1 & 0\\ a_{20} & a_{21} & 1+a_{22} & a_{23}\\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & 1+a_{33}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\lambda^0\\ \lambda^1\\ \lambda^2\\ \lambda^3\end{pmatrix}=(\sigma_0,\ \sigma_1,\ \sigma_2,\ \sigma_3).\qquad(7)$$

В результате из уравнения (7) по известным координатам $\sigma_0,\ \sigma_1,\ \sigma_2,\sigma_3$ вектора $\sigma(x)$ определяются искомые значения $z_0,\ z_1,\ z_2,z_3$ (заметим, что компонента z_0 не участвует в этом уравнении, так как ей соответствует нулевая строка матрицы T_1+T_2).

Пример 3. Несуперсингулярная эллиптическая кривая задана уравнением

$$y^2+xy=x^3+x^2+1\quad\left(x,y\in GF\left(2^4\right)=GF(4)[\lambda],\ p(x)=1+x+x^4\right).$$

Выберем произвольный элемент $x=(1,\ 1,\ 0,\ 0)=1+\lambda$.

Вычисляем $\sigma(x)=f(x)\cdot\left(x^{-1}\right)^2$, где

$$f(x)=f(1,\ 1,\ 0,\ 0)=(1+\lambda)^3+(1+\lambda)^2+1=1+3\lambda+3\lambda^2+\lambda^3+1+2\lambda+\lambda^2+1=$$
$$=3+5\lambda+4\lambda^2+\lambda^3=1+\lambda+\lambda^3=(1,\ 1,\ 0,\ 1),$$
$$\sigma(x)=f(x)\cdot\left(x^{-1}\right)^2=(1,\ 1,\ 0,\ 1)\cdot\left((1,\ 1,\ 0,\ 0)^{-1}\right)^2=(1,\ 1,\ 0,\ 1)\cdot(0,\ 1,\ 1,\ 1)^2=(1,\ 0,\ 1,\ 0),$$

где $(1,\ 1,\ 0,\ 0)^{-1}=(0,\ 1,\ 1,\ 1)$ есть обратный элемент к элементу $x=(1,\ 1,\ 0,\ 0)$ в $GF\left(2^4\right)$.

В базисе $\mathbf{B}=\left\langle\lambda^0,\lambda^1,\lambda^2,\lambda^3\right\rangle$ элементы $\lambda^0,\lambda^2,\lambda^4,\lambda^6$ имеют следующие разложения:

$$\lambda^0=1=1\cdot1+0\cdot\lambda+0\cdot\lambda^2+0\cdot\lambda^3=(1,0,0,0),$$
$$\lambda^2=0\cdot1+0\cdot\lambda+1\cdot\lambda^2+0\cdot\lambda^3=(0,0,1,0),$$
$$\lambda^4=1+\lambda=1\cdot1+1\cdot\lambda+0\cdot\lambda^2+0\cdot\lambda^3=(1,1,0,0),$$
$$\lambda^6=\lambda^2\cdot\lambda^4=\lambda^2(1+\lambda)=\lambda^2+\lambda^3=0\cdot1+0\cdot\lambda+1\cdot\lambda^2+1\cdot\lambda^3=(0,0,1,1).$$

В результате уравнение (7) для нахождения $z=(z_0,\ z_1,\ z_2,z_3)\in GF\left(2^4\right)$ имеет вид:

$$z^2+z=\sigma(x)\Leftrightarrow(z_0,\ z_1,\ z_2,z_3)\cdot\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1 & 0\\ 1 & 1 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\lambda^0\\ \lambda^1\\ \lambda^2\\ \lambda^3\end{pmatrix}=(1,\ 0,\ 1,\ 0)\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left(z_0,\ z_1,\ z_2, z_3\right)\cdot\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & \lambda & \lambda^2 & 0\\ 1 & \lambda & \lambda^2 & 0\\ 0 & 0 & \lambda^2 & 0\end{pmatrix} = \left(1,\ 0,\ 1,\ 0\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left(z_2,\ \left(z_1+z_2\right)\lambda,\ \left(z_1+z_2+z_3\right)\lambda^2,\ 0\right) = \left(1,\ 0,\ 1,\ 0\right) \Leftrightarrow \begin{cases} z_2 = 1,\\ z_1+z_2 = 0,\\ z_1+z_2+z_3 = 1, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} z_1 = 1,\\ z_2 = 1,\\ z_3 = 1. \end{cases}$$

Таким образом, на эллиптической кривой имеются две точки $\left(x,\ z^{(1)}\right),\ \left(x,\ z^{(2)}\right)$.

Автором разработан дистанционный курс “Дополнительные главы высшей математики, 3 семестр”, включающий в себя лекционные материалы, практикумы по решению задач, расчетно-графические работы и тестовые задания. Главная страница курса показана на рисунке 1. Данный курс содержит модули: основные алгебраические структуры (алгебры, группы, кольца, поля), элементы криптографии, теория многочленов.



Рис. 1. Главная страница дистанционного курса “Дополнительные главы высшей математики, 3 семестр”

Библиографический список

1. Болотов А.А, Гашков С.Б, Фролов А.Б. Элементарное введение в эллиптическую криптогафию. Протоколы криптогафии на эллиптических кривых. – М. : Ком-Книга, 2006. - 280 с.

2. Ростовцев А.Г, Маховенко Е.Б. Теоретическая криптография. – Санкт-Петербург : Профессионал, 2004. - 465 с.

УДК 378; ГРНТИ 14.35.07

О ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

М.Н. Гончарова, Е.А. Сетько
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Беларусь, Гродно, m.gonchar@grsu.bu, setko.e@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается одна задача линейного программирования со множеством параметров. Путем применения методов оптимизации определяются условия на параметры задачи таким образом, чтобы получить достаточное количество вариантов заданий для решения студентами экономических специальностей. Исследование сопровождается графической иллюстрацией. Предложены конкретные значения параметров, удовлетворяющих полученным условиям. Результаты исследования могут быть применены в учебном процессе для проведения промежуточного контроля по теме «Линейное программировние».
Ключевые слова: задача линейного программирования, студенты экономических специальностей, промежуточный контроль знаний и умений.

ABOUT PARAMETERIZATION ONE LINEAR PROGRAMMING PROBLEM

M. Goncharova, E. Setko
Yanka Kupala State University,
Grodno, Republic of Belarus, Grodno, m.gonchar@grsu.by, setko_ea@grsu.by

The summary. The paper deals with one linear programming problem with many parameters. By applying optimization methods, the conditions for the parameters of the problem are determined in such a way as to obtain a sufficient number of task options for students to solve economic specialties. The study is accompanied by a graphic illustration. Specific values of parameters satisfying the obtained conditions are proposed. The results of the study can be applied in the educational process to conduct an intermediate test on the topic "Linear Programming."
Keywords: linear programming problem, students of economic specialties, intermediate control of knowledge and skills.

Важной составляющей процесса обучения является контроль приобретенных знаний и умений. Качественно проведенный контроль знаний позволяет анализировать процесс обучения, получать информацию о том, какой и как материал усвоен, какой материал следует повторить, и на основании полученной информации вносить в процесс обучения необходимые поправки.

При подготовке контрольных мероприятия не следует забывать о том, что задания должны носить индивидуальный характер. Важным моментом является минимизация труда преподавателей, затраченного на подготовку контрольных заданий. Эти два критерия являются антагонистическими. Однако с развитием информационных и цифровых технологий эти требования можно удовлетворить. Авторы решают эти задачи с помощью проведения параметризации заданий. Продемонстрируем это на примере построения банка задач по теме «Линейное программирование» для студентов экономических специальностей.

Для успешной сдачи контрольных мероприятий студенты должны уметь решать задачи следующего содержания: «Решить данную задачу линейного программирования(ЗЛП) графическим методом. Построить двойственную к исходной ЗЛП и решить ее».

Преподавателю необходимо иметь достаточно большой набор однотипных задач. Прорешивать и сравнивать ход решения различных задач очень затратно. Поэтому для получения достаточного для проведения контроля количества задач мы применяем процесс параметризации. Продемонстрируем это на примере рассматриваемой задачи.

Пусть исходная ЗЛП задается условиями:

$$f(x) = x_1 + x_2 \to \max,$$
$$\begin{cases} bx_1 - kx_2 \le ab - kb, \\ dx_1 - ax_2 \ge ad - ab, \\ cx_1 + (a-k)x_2 \ge ac - kc, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0, \end{cases} \quad (1)$$

в которых все параметры принимают только положительные значения.

На первом этапе запишем задачу (1) в симметричной форме. В симметричной форме ЗЛП основные (кроме ограничений на знак переменных) ограничения задачи (1) должны иметь вид неравенств типа «меньше либо равно». Получим задачу

$$f(x) = x_1 + x_2 \to \max,$$
$$\begin{cases} bx_1 - kx_2 \le ab - kb, \\ -dx_1 + ax_2 \le -ad + ab, \\ -cx_1 + (k-a)x_2 \le kc - ac, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0, \end{cases} \quad (2)$$

Исследуем область допустимых решений (ОДР) задачи (1). И на этом этапе распорядимся параметрами задачи таким образом, чтобы ОДР представляла собой непустой четырехугольник, расположенный в первой четверти. Сторонами искомого четырехугольника будут являться оси координат и прямые, задаваемые уравнениями

$$bx_1 - kx_2 = (a-k)b, \quad (3)$$

$$dx_1 - ax_2 = a(d-b), \quad (4)$$

$$cx_1 + (a-k)x_2 = (a-k)c. \quad (5)$$

Чтобы определить ограничения на значения параметров запишем уравнения (3)-(5) в виде уравнений «в отрезках» [1]:

$$\frac{x_1}{a-k} + \frac{x_2}{(a-k)b} = 1, \quad (6)$$

$$\frac{x_1}{\frac{a(d-b)}{d}} - \frac{x_2}{b-d} = 1, \quad (7)$$

$$\frac{x_1}{a-k} + \frac{x_2}{c} = 1. \quad (8)$$

Из уравнений (6)-(8) получаем, что ОДР будет заявленным четырехугольником ABGD (рисунок 1) при выполнении неравенств

$$a-k > 0,\ b-d > 0,\ d-d > c. \quad (9)$$

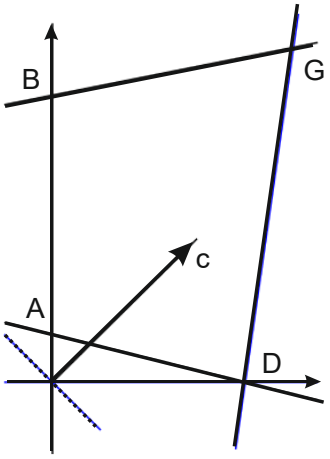


Рис. 1. Область допустимых решений

Кроме этого отметим, что прямые (6) и (7) пересекаются в точке $G(a;b)$, прямые (6) и (9) пересекаются в точке $D(a-k;0)$ (рис.1). Далее добавим требование, что угловой коэффициент прямой (7) положителен, угловой коэффициент прямой (8) отрицателен, и угловой коэффициент прямой (6) больше углового коэффициентв прямой (7). Тогда получаем, что ОДР представляет собой четырехугольник с вершинами в точках $A(0;c)$, $B(0;b-d)$, $G(a;b)$, $D(a-k;0)$ (рис 1). На рисунке 1 отмечен также градиент целевой функции вектор $c=(1;1)$ и линия уровня целевой функции $f(x_1;x_2)=0$. Перемещая линию уровня целевой функции по направлению ее градиента, получаем, что решением задачи является набор $x_1^*=a, x_2^*=b$ и максимальное значение целевой функции равно $f(x_1^*;x_2^*)=a+b$. Исходная ЗЛП решена.

Далее строим двойственную задачу. Так как в задаче (2) есть три основных ограничения, то двойственная задача будет иметь три двойственных неизвестных величины. Обозначим их через y_1, y_2, y_3. Следуя правилам остроения двойственной ЗЛП, записанной в симметричной форме, получаем двойственную задачу:

$$\begin{cases} g(y)=(ab-kb)y_1+(ab-ad)y_2+(ac-kc)y_3 \to \min, \\ \begin{cases} by_1-dy_2-cy_3\ge 1, \\ -ky_1+ay_2+(k-a)y_3\ge 1, \\ y_1\ge 0,\ y_2\ge 0,\ y_3\ge 0. \end{cases} \end{cases} \tag{10}$$

Для нахождения решения двойственной задачи (10) применяем условия дополняющей нежесткости [2]. Для задач (2) и (10) эти условия имеют вид:

$$\begin{cases} y_1^*(bx_1^*-kx_2^*-ab+kb)=0, \\ y_2^*(-dx_1^*+ax_2^*+ad-ab)=0, \\ y_3^*(-cx_1^*+(k-a)x_2^*-kc+ac)=0. \end{cases} \tag{11}$$

Подставляя в систему (11) значения $x_1^*=a, x_2^*=b$, получаем, что $y_3^*=0$ и при условиях $ab-kd>0, d>0$ получаем $y_1^*=\dfrac{a+d}{ab-kd}, y_2^*=\dfrac{b+k}{ab-kd}b$. Подставляя найденные значения $y_1^*=\dfrac{a+d}{ab-kd}, y_2^*=\dfrac{b+k}{ab-kd}b, y_3^*=0$ в целевую функцию задачи (10) убеждаемся в справедли-

вости равенства $g(y_1^*, y_2^*, y_3^*) = f(x_1^*, x_2^*)$, что свидетельствует о верности полученных решений.

С целью расширения банка заданий можно предлагать студентам ЗЛП на минимум с такой же областью допустимых решений. А именно, рассмотрим задачу

$$\begin{cases} f(x) = x_1 + x_2 \to \min, \\ bx_1 - kx_2 \le ab - kb, \\ dx_1 - ax_2 \ge ad - ab, \\ cx_1 + (a-k)x_2 \ge ac - kc, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases} \tag{12}$$

Сначала запишем задачу (12) в симметричной форме:

$$\begin{cases} f(x) = x_1 + x_2 \to \min, \\ -bx_1 + kx_2 \ge -ab + kb, \\ dx_1 - ax_2 \ge ad - ab, \\ cx_1 + (a-k)x_2 \ge ac - kc, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

Перемещая линию уровня целевой функции по направлению ее антиградиента, получаем решение прямой задачи. Минимум функции в задаче (12) достигается при $x_1^* = 0, x_2^* = c$ и равен $f(0;c) = c$.

Далее построим двойственную задачу:

$$\begin{cases} g(y) = (kb - ab)y_1 + (ad - ab)y_2 + (ac - kc)y_3 \to \max, \\ -by_1 + dy_2 + cy_3 \le 1, \\ ky_1 - ay_2 + (a-k)y_3 \le 1, \\ y_1 \ge 0,\ y_2 \ge 0,\ y_3 \ge 0. \end{cases} \tag{13}$$

Для поиска решения двойственной задачи (13) воспользуемся условиями дополняющей нежесткости. Имеем:

$$\begin{cases} y_1^*(-bx_1^* + kx_2^* + ab - kb) = 0, \\ y_2^*(dx_1^* - ax_2^* - ad + ab) = 0, \\ y_3^*(cx_1^* + (a-k)x_2^* + kc - ac) = 0. \end{cases} \tag{14}$$

Подставляя в систему (14) значения $x_1^* = 0, x_2^* = c$, получаем $y_1^* = y_2^* = 0$. Так как $x_1^* = 0$, то соответствующее ограничение в двойственной задаче может выполняться как строгое неравенство. В силу того, что $x_2^* = c > 0$ второе ограничение двойственной задачи (13) должно выполняться как равенство. Откуда получаем $y_3^* = \dfrac{1}{a-k}$. Тогда максимальное значение целевой функции задачи (13) равно $g\left(0;0;\dfrac{1}{a-k}\right) = c(a-k)\dfrac{1}{a-k} = c$, что совпадает с оптимальным значением целевой функции прямой задачи (12).

Для завершения проведенногог исследования и применения результатов в учебном процессе необходимы конкретные значения параметров, удовлетворяющих выделенным условиям. Такими значениями могут быть $a = 8,9,10;\ b = 8,9,10;\ c = 1,2;\ d = 1,2;\ k = 1,2$. При случайном выборе набора числовых значений параметров можно получить любое необходимое количество задач для решения студентами.

Пара двойственных задач имеет понятную экономическую интерпретацию и заключается в оценке эффективности использования ресурсов. Решение прямой задачи чаще всего максимизирует прибыль производства, а решение двойственной позволяетминимизировать стоимость используемых ресурсов, оценивает дефицитность, определяет их истинную ценность в конкретном случае. Это дает ответ на вопрос о целесообразности производства. Поэтому рассматриваемая в статье задача имеет важное значение в процессе обучения студентов экономического профиля.

Библиографический список

1. Ровба, Е. А. [и др.]. Высшая математика: учебник – Минск: Вышэйшая школа, 2018. - 398 с.

2. Математическое программирование: практикум / О. Н. Будько, О. Б. Цехан. – Гродно: ГрГУ, 2013. – 262 с.

УДК 519.6; ГРНТИ 27.47.19

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ НЕЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ СИГНАЛОВ

А.И. Сюсюкалов, Е.А. Сюсюкалова

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, alena.syusyukalova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые методы нелинейной аппроксимации, приведены оценки приближения функций.

Ключевые слова: жадная аппроксимация, орторекурсивные разложения, вейвлеты.

ON SOME METHODS OF NONLINEAR SIGNAL APPROXIMATION

A.I. Syusyukalov, E.A. Syusyukalova

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, alena.syusyukalova@yandex.ru

The summary. The article discusses some methods of nonlinear approximation and provides estimates of the approximation of functions.

Keywords: greedy approximation, orthorecursive decompositions, wavelets.

Теория приближения имеет глубокую связь со многими разделами математики.

Методы анализа Фурье и вейвлет-анализа проникли в самые разные области теории обработки сигналов, кодирования, сжатия, нейросети и т.д.

Цель статьи – изложить некоторые современные подходы и методы теории аппроксимации, которые используются в прикладных вопросах. Материал статьи может быть рекомендован в качестве материала для составления программы спецкурса для студентов, изучающих обработку сигналов, изображений.

Приведем необходимые понятия и постановки задач классической теории приближения.

Пусть X – пространство функций (сигналов) x с нормой $\|x\|$,

$\{x_k\}_{k=1}^{\infty}$ – подмножество (словарь) X,

$P_n = \sum_{k=1}^{n} a_k x_k$ – линейная комбинация n элементов x_i, $i = \overline{1,n}$ $x \in X$,

$$\delta_n(x) = \|P_n - x\|,$$

$$\inf_{a_k} \delta_n(x) = E_n(x)$$

– наилучшее приближение по Чебышеву.

Основные задачи теории аппроксимации:

1) оценки $E_n(x)$ для $x \in X$ и в классах функций из X,

2) построение $P_n(x)$ реализующего оценку $E_n(x)$ хотя бы по порядку.

Существование полинома $P_n(x)$ наилучшего приближения доказать несложно, а его построение возможно в самых простых случаях.

Отметим, что оператор: $x \to P_n(x)$, где $P_n(x)$ полином наилучшего приближения, вообще говоря, нелинейный. Только в гильбертовом случае он линеен.

В классической теории приближения подробно изучены линейные методы: суммы Фурье, Фейера, Джексона, Валле-Пуссена, интерполяционные полиномы и др.

За последние 50 лет появились новые методы и постановки задач: сплайны, вейвлеты [1], фреймы [2], гриди-алгоритмы или жадная аппроксимация, рельефная аппроксимация []. В ведущих вузах читаются спецкурсы по указанным направлениям [3]. В МГУ создана «Лаборатория многомерной аппроксимации и приложений»[4].

Один из основоположников отечественной школы теории приближений С.Б.Стечкин утверждал, что «если вы желаете заниматься современной теорией аппроксимации, то она должна быть многомерной и нелинейной».

Мы, следуя [1], изложим общую схему жадной (или нелинейной) аппроксимации.

Пусть H – гильбертово пространство, $x \in H$, $\{x_k\}_{k=1}^{\infty}$ – ортонормированный базис в H.

Для $f \in H$, определим -членное приближение,

$$f_M = \sum_{m \in I_M} (f, x_m) x_m ,$$

где (f, x_m) – коэффициент Фурье f, I_M – конечное множество из M индексов для x_m, $m \in M$.

Тогда, согласно равенству Парсеваля, определим:

$$E[M] \stackrel{\text{def}}{=} \|f - f_M\|^2 = \sum_{m \notin I_M} (f, x_m)^2.$$

Упорядочим (f, x_m) по убыванию, обозначив $f(k) = \left(f, x_{m_k}\right)$,

$$f(k) \geq f(k+1), k \geq 1 ,$$

и рассмотрим наилучшую нелинейную аппроксимацию

$$f_M = \sum_{k=1}^{M} f(k) x_{m_k}.$$

Введем порог T так, что

$$f(M+1) < T \leq f(M).$$

Тогда

$$E[M] = \|f - f_M\|^2 = \sum_{k=m+1}^{\infty} f^2(k)$$

– наименьшая погрешность нелинейной аппроксимации. Она адаптирована к конкретному сигналу f, выбор $\{x_{m_k}\}$ реализован с учетом особенностей сигнала f.

Имеет место следующая оценка приближения.

Теорема 1. Пусть $\alpha > \frac{1}{2}$, если существует $C > 0$, что $|f(k)| \le Ck^{-\alpha}$, тогда

$$E[M] \le \frac{C^2}{2\alpha-1} M^{1-2\alpha} \qquad (1),$$

и обратно, если выполняется (1), то

$$|f(k)| \le \left(1 - \frac{1}{2\alpha}\right)^{-\alpha} Ck^{-\alpha}.$$

В настоящее время получено много результатов с оценками в различных классах (см.[1]).

Мы рассмотрели только пространство H как самый простой случай.

Уже на классах функций ограниченной вариации оценки жадной аппроксимации в некоторых базисах лучше линейной (см [1]).

Выбор класса функций и базиса важен в прикладных вопросах. В современных словарях используют хорошо локализованные (по времени и частоте) функции. Это позволяет эффективно учитывать локальные особенности сигнала и фильтровать кратковременный шум. Локальный шум «портит» только отдельные коэффициенты разложения и поэтому нелинейные представления устойчивы к шумам. В обычных разложениях дискретных преобразований Фурье шум «размазывается» по всем коэффициентам, увеличивая вычислительную погрешность.

Как выбрать базис? Если сигнал имеет малый временной носитель, то и базисные функции должны быть соответствующими. Если сигнал узкополосный по частоте, то и базисные функции выбирают с подобным частотным диапазоном.

Рассмотрим еще один метод построения нелинейного приближения сигналов. В статистике уже достаточное время используются так называемые орторекурсивные разложения.

Пусть $D = \{x_\gamma\}_{\gamma\in\Gamma}$– «переполненный словарь» из $P > N$ векторов, $\|x_\gamma\| = 1$, где N – число линейно независимых векторов пространства R^N, f – сигналы длины N.

Рассмотрим представление

$$f = (f, x_{\gamma_0})x_{\gamma_0} + Rf,$$

где (f, x_{γ_0}) – проекция f на x_{γ_0}, Rf – остаток.

Так как $(Rf, x_{\gamma_0}) = 0$, тогда

$$\|f\|^2 = (f, x_{\gamma_0})^2 + \|Rf\|^2.$$

Для минимизации $\|Rf\|$ выберем $x_{\gamma_0} \in D$, так чтобы (f, x_{γ_0}) было максимальным.

Пусть $R^0 f = f$, $R^m f$ уже определен при $m \ge 0$. Выберем $x_{\gamma_m} \in D$, так, чтобы

$$\left|(R^m f, x_{\gamma_m})\right| \geqslant \max_{\gamma\in\Gamma} \left|(R^m f, x_\gamma)\right|$$

и проектируем $R^m f$ на x_{γ_m},

$$R^m f = (R^m f, x_{\gamma_m})x_{\gamma_m} + R^{m+1} f. \quad (1)$$

Так как $\left(R^{m+1}f, x_{\gamma_m}\right) = 0$, то

$$\|R^m f\|^2 = \left|\left(R^m f, x_{\gamma_m}\right)\right|^2 + \|R^{m+1}f\|^2.$$

Суммируя (1) от 0 до $M-1$, получим

$$f = \sum_{m=0}^{M-1}\left(R^m f, x_{\gamma_m}\right)x_{\gamma_m} + R^M f,$$
$$\|f\|^2 = \sum_{m=0}^{M-1}\left|\left(R^m f, x_{\gamma_m}\right)\right|^2 + \|R^M f\|^2.$$

Теорема 2. Существует $\alpha > 0$, что при $m \geq 0$

$$\|R^m f\| \leq 2^{-\alpha m}\|f\|.$$

Следствие.

$$f = \sum_{m=0}^{+\infty}\left(R^m f, x_{\gamma_m}\right)x_{\gamma_m},$$
$$\|f\|^2 = \sum_{m=0}^{+\infty}\left|R^m f, x_{\gamma_m}\right|^2.$$

Замечание 1. Скорость сходимости убывает с ростом N. в бесконечномерном случае сходимость не экспоненциальная.

Изучением сходимости орторекурсивных разложений занимался Лукашенко Т.П. и его ученики [5].

Замечание 2. Если размер вектора велик, то обычные разложения дискретных преобразований Фурье не эффективны и неустойчивы к шумам . Орторекурсивные разложения последовательно улучшают точность, выбирая самые «главные» составляющие сигнала до требуемой в задаче пороговой ошибки. Такие алгоритмы устойчивы к шумам.

Математик О. Кристенсен заметил «Я был очень удивлен, что в линейной алгебре всегда стоял вопрос в том, чтобы извлечь базис и никогда не возникала идея, что сверхполнота сама по себе бывает полезной»[2].

Библиографический список

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов, Мир, 2005
2. Фарков Ю.А. Введение в гармонический анализ: от рядов Фурье и всплескам и фреймам, МЦНМО, 2025.
3. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов, ДМК, 2005
4. Сайт Лаборатории многомерной аппроксимации и приложения. //http:approx-lab.math.msu.su
5. Галатенко В.В., Лукашенко Т.П., Садовничий В.А. Орторекурсивные разложения и их свойства. Итоги науки и техники. Серия: математика и ее приложения. Темат. Обзор, 2019, Т.170, с. 62-70.

УДК 519.22:004.67; ГРНТИ 27.43.17

ПРИМЕНЕНИЕ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕССОРА MS EXCEL ДЛЯ РЕШЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Л.С. Ревкова*, Л.Г. Блинникова **

** Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Россия, Рязань, revlora@mail.ru*

*** Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова Россия, Рязань, lar-blinnikova@yandex.ru*

Аннотация. Рассматриваются вопросы использования табличного процессора MS Excel в качестве инструмента для решения задач математической статистики в образовательном процессе современного вуза. Анализируется функционал статистических функций программы. На конкретном примере обработки экспериментальных данных по определению концентрации азота в воздухе демонстрируется методика расчёта основных числовых характеристик выборки (среднее, мода, дисперсия, среднее квадратическое отклонение), построения интервального вариационного ряда и гистограммы средствами MS Excel. Делается вывод о необходимости сочетания традиционных методов расчёта с возможностями современных информационных технологий для формирования профессиональных компетенций будущих инженеров.

Ключевые слова: MS Excel, математическая статистика, обработка данных, статистические функции, вариационный ряд, гистограмма, выборочная дисперсия.

APPLICATION OF MS EXCEL SPREADSHEET FOR SOLVING STATISTICAL PROBLEMS

L.S. Revkova*, L.G. Blinnikova**

** Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin Russia, Ryazan, revlora@mail.ru*

*** Ryazan Guards Higher Airborne Command School named after General of the Army V.F. Margelov Russia, Ryazan, lar-blinnikova@yandex.ru*

Abstract. The article discusses the use of MS Excel spreadsheet as a tool for solving mathematical statistics problems in the educational process of a modern higher education institution. The functionality of the program's statistical functions is analyzed. Using a specific example of processing experimental data on determining nitrogen concentration in air, the methodology for calculating the main numerical characteristics of a sample (mean, mode, variance, average square deviation), constructing an interval variation series, and a histogram using MS Excel is demonstrated. The conclusion is made about the necessity of combining traditional calculation methods with the capabilities of modern information technologies for forming professional competencies of future engineers.

Keywords: MS Excel, mathematical statistics, data processing, statistical functions, variation series, histogram, sample variance.

Табличный процессор MS Excel является мощным и доступным инструментом для решения статистических задач. Его применение в образовании и науке позволяет автоматизировать сложные вычисления, минимизировать риск ошибок и обеспечить высокую наглядность процесса моделирования многих физических и химических процессов. Несмотря на наличие различных профессиональных программных комплексов, владение навыками расчетов в Excel остается актуальной базовой компетенцией современного инженера.

Вопросы применения табличного процессора MS Excel для решения задач математической статистики находят широкое отражение в современной научной литературе. Интерес исследователей к данной тематике обусловлен как доступностью программного продукта, так и постоянным расширением его функциональных возможностей. Настоящий обзор охватывает работы, посвящённые практическим аспектам статистического анализа в Excel, инструментам проверки статистических гипотез, а также специализированным методам обработки вариационных рядов.

Значительное число публикаций посвящено практической реализации статистических методов средствами Excel. В работе Л.Д. Азиевой и С.У. Азиевой [1] рассматриваются основные подходы к решению задач статистического анализа с использованием встроенных функций табличного процессора. Авторы акцентируют внимание на доступности предлагаемого инструментария для широкого круга пользователей, не требующего глубоких навыков программирования. Исследование содержит примеры расчёта описательных статистик, корреляционного анализа и построения диаграмм, что делает его полезным для освоения базовых приёмов работы со статистическими данными в Excel.

Т.Н. Антипова в своей работе [2] рассматривает возможности прогнозирования в MS Excel на основе различных математических моделей. Автор демонстрирует применение инструментов регрессионного анализа, сглаживания временных рядов и экстраполяции, что расширяет представление о возможностях Excel за рамками описательной статистики. Работа подчёркивает значимость табличного процессора как доступного средства для построения прогнозных моделей в условиях ограниченного выбора специализированного программного обеспечения.

Особый интерес представляет исследование Т.Г. Апальковой и К.Г. Левченко [3], в котором проводится сравнительный анализ инструментов проверки статистических гипотез в трёх программных средах: R, Python и MS Excel. Авторы обосновывают целесообразность использования Excel на начальных этапах обучения статистическому анализу благодаря интуитивно понятному интерфейсу и наглядности промежуточных результатов. В то же время в работе отмечаются ограничения табличного процессора при решении сложных многомерных задач, что позволяет сформулировать рекомендации по выбору инструментария в зависимости от уровня подготовки исследователя и сложности решаемой задачи.

Актуальные разработки в области автоматизации статистических расчётов представлены в работе Д.И. Дербеденева, Д.А. Смирнова и Н.Х. Вороковой [4]. Авторы предлагают концепцию аналитического калькулятора вариационных рядов, реализующего алгоритмы группировки данных, вычисления числовых характеристик и визуализации распределений. Данное исследование демонстрирует тенденцию к созданию специализированных надстроек для Excel, позволяющих расширить его функционал применительно к конкретным типам статистических задач.

Педагогический аспект использования MS Excel для статистической обработки данных освещён в работе И.В. Прудаевой [5]. Автор рассматривает применение методов описательной статистики при анализе образовательных результатов, что позволяет говорить об универсальности рассматриваемого инструментария. В работе подчёркивается, что владение базовыми статистическими функциями Excel является важной компетенцией современного педагога-исследователя, обеспечивающей возможность объективной интерпретации количественных показателей учебных достижений.

Программа Microsoft Excel обладает многочисленными средствами автоматизации работы оформления документов и богатыми вычислительными возможностями, но большинство пользователей применяют лишь небольшую часть того, что может дать им Excel. Важно убедить студентов, что спектр возможностей программы при изучении раздела «Математическая статистика» практически безграничен – это создание элементарных таблиц, построение диаграмм и графиков, решение сложных вычислительных задач и статистическая обработка, проведённых экспериментальных исследований.

Как показывает практика, максимальный эффект от внедрения информационных технологий в учебный процесс вуза достигается, когда обучаемые хорошо овладеют навыками решения математических, в частности, статистических задач, используя традиционные методы ручного расчета. В ходе такой работы при совместном использовании с программой MS Excel студенты должны понять, насколько эти расчеты являются трудоемкими.

Функции для статистической обработки данных можно выбрать из категории Статистические в окне Мастера функций (рисунок 1).

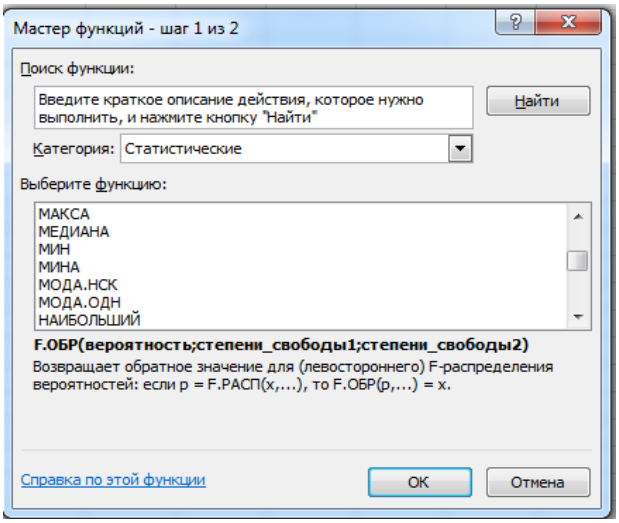


Рис. 1. Мастер функций в MS Excel

Активное использование разных статистических функций значительно облегчает разную работу, связанную с анализом. Основа такого анализа состоит из точного исследования выборок и совокупностей. Покажем это на примере решения следующей задачи.

Задача. При анализе воздуха на содержание азота хроматографическим методом получены следующие результаты (таблица 1):

Таблица 1

Результат определения азота в воздухе, % по объему									
77,88	77,90	78,12	78,28	78,10	78,05	78,26	78,23	78,10	78,05
77,92	78,10	78,07	78,02	77,95	78,10	78,08	78,07	78,05	78,10
78,02	78,07	78,14	78,07	78,07	78,02	78,23	77,95	78,12	77,99
78,08	78,10	78,08	78,10	78,12	78,08	78,08	78,08	78,16	78,08
78,05	78,08	78,20	78,05	78,14	77,99	78,20	78,12	78,07	77,96

Внесите данные в электронную таблицу. С помощью статистических функций найдите среднее значение концентрации азота, наибольшую и наименьшую концентрацию, самую распространенную концентрацию (моду). Вычислите дисперсию и среднее квадратическое отклонение. Составьте интервальный вариационный ряд, постройте гистограмму.

Среднее значение концентрации азота находим с помощью функции СРЗНАЧ (рисунки 2, 3).

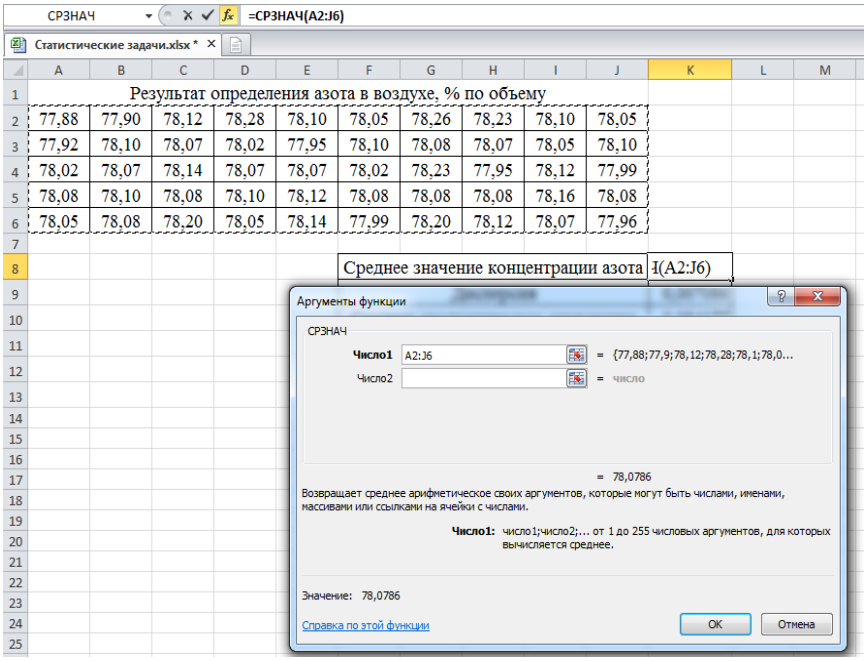


Рис. 2. Вычисление среднего значения в MS Excel

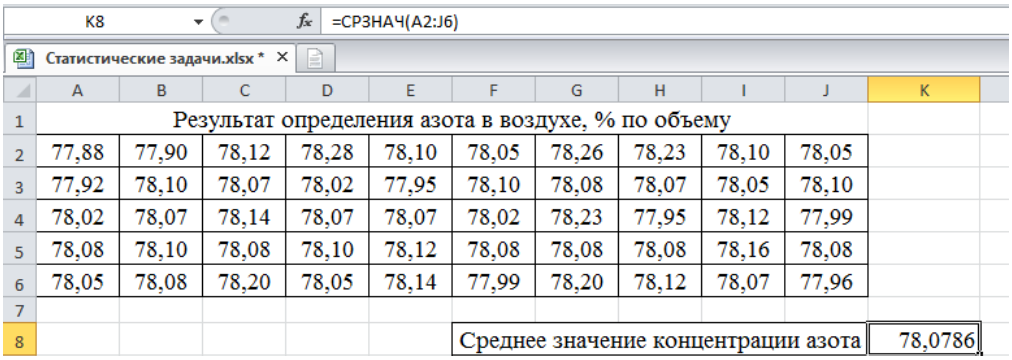


Рис. 3. Результат вычисления среднего значения концентрации азота в воздухе

Далее с помощью статистических функций ДИСП, СТАНДОТКЛОН, НАИБОЛЬШИЙ, НАИМЕНЬШИЙ, МОДА находим дисперсию, среднее квадратическое отклонение, наибольшую и наименьшую концентрацию, самую распространенную концентрацию (моду). Результаты вычислений приведены на рисунке 4.

Среднее значение концентрации азота	78,0786
Дисперсия	0,007086
Среднее квадратическое отклонение	0,084177
Наибольшая концентрация	78,28
Наименьшая концентрация	77,88
Мода	78,08

Рис. 4. Результаты вычислений числовых характеристик статистического распределения

Чтобы интервальный вариационный ряд не был громоздким и отражал основные свойства распределения, следует помнить:

1) количество интервалов *S* не должно быть меньше $8 \div 10$ и не больше $20 \div 25$; примерно S определяется по формуле $S = 1 + 3{,}32 \cdot \lg n$;

2) длина интервала *h* находится по формуле Стерджеса: $h = \dfrac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3{,}32 \cdot \lg n}$ (значения *S* или *h* можно округлять до удобного в плане вычислений значения);

3) рекомендуется за правый конец первого интервала брать $x_{\min} + \dfrac{h}{2}$ и обозначать его как «до $x_{\min} + \dfrac{h}{2}$»; за левый конец последнего – $x_{\max} - l$ и обозначать его «свыше $x_{\max} - l$», где $l<h$;

4) при определении количества элементов выборки в каждом интервале элемент, попавший на правую границу данного интервала, относят к следующему правому интервалу (хотя это чисто условно).

Для составления интервального вариационного ряда используем функцию ЧАСТОТА (рисунок 5).

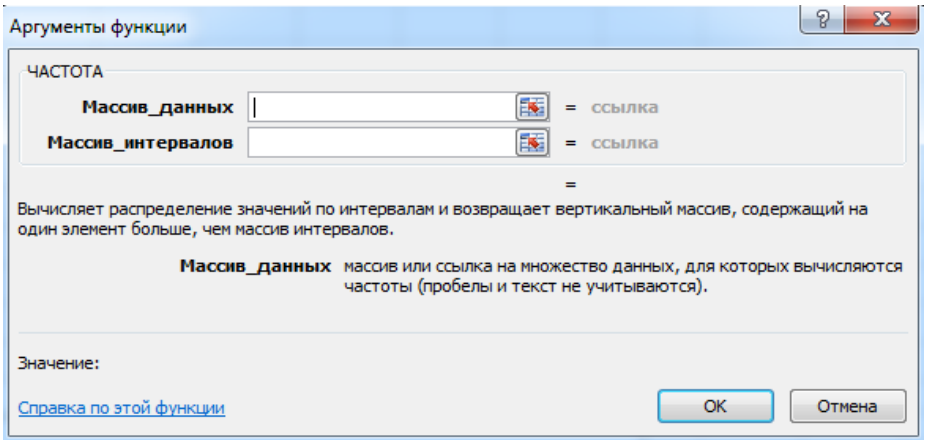
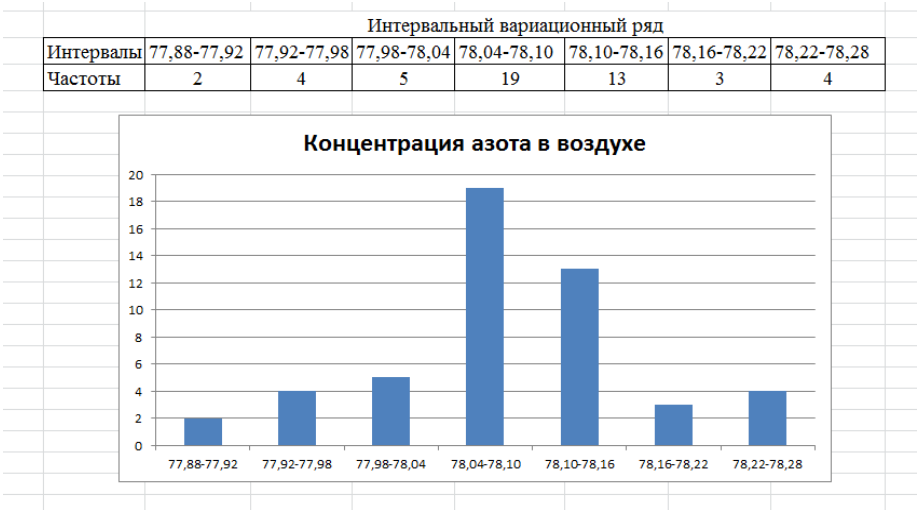


Рис. 5. Диалоговое окно статистической функции ЧАСТОТА

Интервальный вариационный ряд и гистограмма частот показаны на рисунке 6.



Интервальный вариационный ряд

Интервалы	77,88-77,92	77,92-77,98	77,98-78,04	78,04-78,10	78,10-78,16	78,16-78,22	78,22-78,28
Частоты	2	4	5	19	13	3	4

Рис. 6. Интервальный вариационный ряд и гистограмма частот

Рассмотренные выше расчёты можно выполнить с помощью инструмента «Описательная статистика» пакета анализа. Для этого необходимо:

1. На вкладке «Данные» выбрать «Анализ данных» → «Описательная статистика».
2. Указать входной интервал (диапазон с данными).
3. Отметить параметры: «Итоговая статистика», «Уровень надежности», «k-й наибольший/наименьший».
4. Указать выходной интервал.

Результат работы инструмента представляет собой таблицу, содержащую все основные выборочные характеристики, включая среднее, стандартную ошибку, медиану, моду, стандартное отклонение, дисперсию, эксцесс, асимметрию, интервал размаха, минимум, максимум и доверительные интервалы.

Исследование демонстрирует, что возможности табличного процессора MS Excel в полной мере отвечают потребностям практической статистической обработки данных. Применение встроенного инструментария программы, включающего статистические функции и модуль анализа данных, даёт возможность существенно сократить время на выполнение расчётной части, снизить риск вычислительных погрешностей, представить результаты в удобной графической форме и, что особенно важно, направить основные усилия обучающихся на осмысление сущности полученных показателей и их практическую интерпретацию.

Результативность применения Excel в обучении напрямую зависит от того, насколько прочно студенты овладели фундаментальными положениями математической статистики и навыками аналитических вычислений. Только при таком условии цифровые средства становятся не просто инструментом автоматизации, но и способствуют более глубокому пониманию изучаемого материала, формируя у будущих специалистов способность критически оценивать достоверность и значимость полученных выводов. Методика использования таблиц MS Excel для решения статистических задач может найти применение при организации лабораторных и практических занятий по курсу высшей математики, а также в ходе обработки эмпирических данных при подготовке курсовых и дипломных проектов.

Библиографический список

1. Азиева, Л. Д. Решение задач статистического анализа в программе Excel / Л. Д. Азиева, С. У. Азиева // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2019. – № 9-1(53). – С. 118-123. – EDN RTLFNW.

2. Антипова, Т. Н. Прогнозирование в MS Excel на основе разных математических моделей / Т. Н. Антипова // Научный аспект. – 2023. – Т. 31, № 12. – С. 3904-3913. – EDN PEEMKK.

3. Апалькова, Т. Г. Особенности инструментов проверки статистических гипотез в программных средах R, Python и Ms Excel / Т. Г. Апалькова, К. Г. Левченко // Modern EconomySuccess. – 2023. – № 6. – С. 252-259. – EDN MFGZIE.

4. Дербеденев, Д. И. Аналитический калькулятор вариационных рядов / Д. И. Дербеденев, Д. А. Смирнов, Н. Х. Ворокова // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2026. – Т. 11, № 1(63). – С. 6-11. – EDN ZRPSPC.

5. Прудаева, И. В. Методы описательной статистики в MS Excel при анализе образовательных результатов / И. В. Прудаева // Региональное образование XXI века: проблемы и перспективы. – 2025. – № 1(37). – С. 42-44. – EDN ZEPBLO.

УДК 378.147:510; ГРНТИ 27.01.45

УНАРНЫЕ И БИНАРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ИСТИННОСТИ ЛОГИЧЕСКИХ ФОРМУЛ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ

А.Ф. Владимиров

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Российская Федерация, Рязань, vlaf@inbox.ru

Аннотация. В работе рассматриваются унарные и бинарные отношения истинности логических формул для высказываний и предикатов. Унарными являются отношения (свойства) «|= – быть тавтологией», «|≠ – быть противоречием», «|≈ – быть ни тавтологией, ни противоречием», причём последние два обозначения введены в данной работе. Для бинарных отношений логического следования и логической равносильности сделаны важные уточнения, которые были ранее не замечены или чётко не оформлены. В работе рассмотрены применения знаков истинностных отношений в преподавании математики. В работе анализируются злоупотребления знаком логического следования в математических текстах студентов и некоторых преподавателей.

Ключевые слова: высказывания, предикаты, логические формулы, тавтология, противоречие, логическое следование, логическая равносильность.

UNARY AND BINARY TRUTH RELATIONS OF LOGICAL FORMULAS AND THEIR APPLICATION IN TEACHING MATHEMATICS

A.F. Vladimirov

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Russia, Ryazan, vlaf@inbox.ru

The summary. This paper examines unary and binary truth relations of logical formulas for propositions and predicates. Unary relations (properties) include "|= – be a tautology", "|≠ – be a contradiction", and "|≈ – be neither a tautology nor a contradiction", and the last two designations are introduced in this work. Important clarifications are made for the binary relations of logical consequence and logical equivalence, which were previously overlooked or not clearly formulated. This paper examines the use of truth relation signs in the teaching of mathematics. It analyzes the abuse of the logical consequence sign in mathematical texts by students and some teachers.

Keywords: statements, predicates, logical formulas, tautology, contradiction, logical consequence, logical equivalence.

В данной работе рассматриваются унарные и бинарные отношения истинности логических формул для высказываний и предикатов. Даны примеры применения знаков этих отношений при преподавании математике и отмечаются случаи их неправомерного или чрезмерного применения обучающимися и некоторыми преподавателями. Обширная литература по математической логике может быть представлена классическим произведением [1] и дополнена книгой [2, с.596-620], в которой положения логики собраны в полной сжатой форме, с удобными обозначениями. Также применена книга [3].

Отношения истинности в логике высказываний

В логике высказываний [1, 2] вводятся элементарные независимые высказывания в предметном языке P, Q, R, …, P_1, P_2, …, R_1, R_2, … и формулы в языке исследователя A, B, C, …, A_1, A_2, …, C_1, C_2, …, составленные из элементарных высказываний с помощью логических связок, при этом логические связки применяются и в языке исследователя для формул и понимаются автонимно. Будем применять обычные связки: $\overline{P}$ – отрицание P, интерпретируемое как «не P», «неверно, что P»; PQ – конъюнкция P и Q, интерпретируемая как «P и Q»; $P \vee Q$ – дизъюнкция P и Q, интерпретируемая как «P или Q»; $P \to Q$ – импликация P и Q, интерпретируемая как «если P, то Q»; $P \leftrightarrow Q$ – эквиваленция P и Q, интерпретируемая как «P, если и только если Q».

Элементарные высказывания моделируют простые предложения, которые могут быть либо истинными, либо ложными. Истинностное значение высказывания обозначим цифрой «1» для истины и цифрой «0» для лжи. Истинностные значения формул могут быть определены с помощью таблиц истинности, где в основу положены основные формулы. Для бинарных операций имеем таблицу 1.

Таблица 1. Истинностная таблица основных бинарных логических операций.

P	Q	PQ	$P \vee Q$	$P \to Q$	$P \leftrightarrow Q$
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1

Для отрицания: если истинностное значение P равно 0, то истинностное значение $\overline{P}$ равно 1, если истинностное значение P равно 1, то истинностное значение $\overline{P}$ равно 0. При этом любое высказывание не считается либо только истинным, либо только ложным. Другими словами, элементарные высказывания только с одним истинностным значением не вводятся в теорию.

Введём набор унарных истинностных отношений для логических формул.

Определение 1. Формулу A называют *тавтологией* и обозначают это как $\models A$, если она принимает истинностные значения 1 на любом наборе истинностных значений элементарных высказываний, участвующих в этой формуле.

Определение 2. Формулу A называют *противоречием* и обозначают это как $\models\!\!\!\neq A$, если она принимает истинностные значения 0 на любом наборе истинностных значений элементарных высказываний, участвующих в этой формуле.

Определение 3. Формулу A называют *ни тавтологией, ни противоречием* и обозначают это как $\models\!\!\!\approx A$, если она принимает истинностные значения как 0, так и 1 на любом наборе истинностных значений элементарных высказываний, участвующих в этой формуле.

Обозначения «$\models\!\!\!\neq$» и «$\models\!\!\!\approx$» введены в данной работе и ранее специально не вводились, обходились понятием тавтологии. Рассмотрим некоторые свойства унарных отношений:

$\models \overline{A}$, если и только если $\models\!\!\!\neq A$; $\models\!\!\!\neq \overline{A}$, если и только если $\models A$; если $\models A$ и $\models B$, то $\models AB$ и $\models A \vee B$; если $\models A$ или $\models B$, то $\models A \vee B$; если $\models\!\!\!\neq A$ или $\models\!\!\!\neq B$, то $\models\!\!\!\neq AB$; если $\models\!\!\!\neq A$ и $\models\!\!\!\neq B$, то $\models\!\!\!\neq A \vee B$ и $\models\!\!\!\neq AB$; если $\models A$ и $\models\!\!\!\neq B$, то $\models\!\!\!\neq A \to B$; если $\models\!\!\!\neq A$ или $\models\!\!\!\neq B$, то $\models\!\!\!\neq A \leftrightarrow B$.

Введём бинарные истинностные отношения для логических формул.

Определение 4. Говорят, что *из A логически следует B* и пишут $A \Rightarrow B$, если A не является противоречием и на любом наборе истинностных значений общих элементарных высказываний если истинно A, то и B истинно.

Определение 5. Говорят, что *из* $A_1, A_2, \ldots, A_m$ *логически следует* B и пишут $A_1, A_2, \ldots, A_m \Rightarrow B$, если $A_1, A_2, \ldots, A_m$ не являются противоречиями и на любом наборе истинностных значений общих элементарных высказываний если истинно A, то и B истинно.

Замечание к определению 5. Доказано [2, с.603], что $A_1, A_2, \ldots, A_m \Rightarrow B$, если и только если $A_1 A_2 \cdots A_m \Rightarrow B$.

Определение 6. Говорят, что A *логически равносильна* B и пишут $A \Leftrightarrow B$, если A и B не являются противоречиями и на любом наборе истинностных значений общих элементарных высказываний A истинно, если и только если B истинно.

Замечание к определениям 4-6. В источниках [1, 2] непротиворечивость *A* и непротиворечивость *A* и *B* даётся не в самих определениях вида 4-6, а оговаривается далее в тексте. На наш взгляд, эту непротиворечивость нужно давать в самих определениях, что облегчает понимание логического следования и логической равносильности обучающимися.

Отношение логической равносильности является *отношением эквивалентности*, т.к. выполняются три свойства такого типа отношения: 1) рефлексивность: $A \Leftrightarrow A$; 2) симметричность: если $A \Leftrightarrow B$, то $B \Leftrightarrow A$; 3) транзитивность: если $A \Leftrightarrow B$ и $B \Leftrightarrow C$, то $A \Leftrightarrow C$.

Отношение логического следования является *отношением частичного нестрогого порядка*, т.к. выполняются три свойства такого типа отношения: 1) рефлексивность: $A \Rightarrow A$; 2) транзитивность: если $A \Rightarrow B$ и $B \Rightarrow C$, то $A \Rightarrow C$; 3) антисимметричность: если $A \Rightarrow B$ и $B \Rightarrow A$, то $A \Leftrightarrow B$ (но здесь роль отношения равенства выполняет отношение эквивалентности).

Имеет место более общая теорема 1 для свойства 3.

Теорема 1. $A \Leftrightarrow B$, если и только если $A \Rightarrow B$ и $B \Rightarrow A$.

Далее установим связь импликации и логического следования, эквиваленции и логической равносильности.

Теорема 2. $\models A \to B$ и *A* не является противоречием, если и только если $A \Rightarrow B$.

Теорема 3. $\models A \leftrightarrow B$ и *A* и *B* не являются противоречиями, если и только если $A \Leftrightarrow B$.

Замечание к теоремам 2 и 3. В источниках [1, 2] в соответствующих теоремах не отмечены условия «*A* не является противоречием» и «*A* и *B* не являются противоречиями», что является недостатком. Например, к теореме 2 имеем тавтологию $\models P\overline{P} \to P$, но $P\overline{P}$ является противоречием, и из $P\overline{P}$ не может следовать *P*.

Заметим, что элементарные высказывания не могут быть тавтологиями, а также импликация и эквиваленция двух элементарных высказываний тоже не являются тавтологиями, поэтому между двумя элементарными высказываниями нет отношений логического следования и логической равносильности.

В течении десятилетий в математических текстах обучающиеся, наученные преподавателями, в основном где не надо, употребляют знак логического следования, но не выстраивают при этом правильную логическую формулу – рассуждение. Например, пишут: «Предел отношения следующего члена ряда к предыдущему меньше 1 $\Rightarrow$ ряд сходится для данной последовательности». Первое простое высказывание обозначим как *P*, второе – как *Q*. Но для простых высказываний не может быть следования $P \Rightarrow Q$. Полная схема рассуждения имеет вид закона отделения (modus ponens) $\models (P \to Q)P \to Q$, и при этом выполнено следование $(P \to Q)P \Rightarrow Q$. Неправильная неполная схема рассуждения $P \Rightarrow Q$ называется энтимемой и не должна употребляться.

Ещё пример. Правильно формулировать теорему «Если треугольник является равнобедренным, то углы у основания треугольника конгруэнтны». Неправильно говорить «Из того, что треугольник является равнобедренным, логически следует, что углы у основания треугольника конгруэнтны» или писать «треугольник является равнобедренным $\Rightarrow$ углы у основания треугольника конгруэнтны». Правильно писать «Если треугольник является равнобедренным, то углы у основания треугольника конгруэнтны; треугольник является равнобедренным $\Rightarrow$ углы у основания треугольника конгруэнтны», реализуя формулу $(P \to Q)P \Rightarrow Q$.

Приведём пример для логического следования $P \to QR \Rightarrow \overline{Q} \vee \overline{R} \to \overline{P}$: «*Если* ряд сходится для данной последовательности (*P*), *то* существует предел общего члена ряда (*Q*) *и*

этот предел равен нулю (R) $\Rightarrow$ *если* предел общего члена ряда не существует ($\overline{Q}$) *или* этот предел не равен нулю ($\overline{R}$), *то* ряд расходится ($\overline{P}$)». При этом было бы неправильно писать знак следования в частичном предложении «предел общего члена ряда не существует ($\overline{Q}$) *или* этот предел не равен нулю ($\overline{R}$)$\Rightarrow$ ряд расходится ($\overline{P}$)».

Отношения истинности в логике предикатов

В логике предикатов вводятся предметные переменные x, y, z, x_1, x_2, …, а элементарные предикаты содержат от одной до нескольких переменных, причем высказывания являются предикатами с нулём переменных. Для обозначения элементарных предикатов применим те же буквы P, Q, R, …, P_1, P_2, …, R_1, R_2, …, снабжая их дополнительно верхним индексом, указывающим количество переменных, и рядом в скобках указывая эти переменные, например, $P_1^1(x), Q^2(x,y), R^3(x_1,x_2,x_3)$, как это предложено в книге [3, с.54]. Формулы обозначим буквами A, B, C, …, A_1, A_2, …, C_1, C_2, …, при необходимости подписывая к ним в скобках предметные переменные. При этом формулы составляются из элементарных предикатов и формул с помощью логических знаков отрицания, конъюнкции, дизъюнкции, импликации и эквиваленции и кванторов общности $\forall x$ и существования $\exists y$, связывающих соответствующие переменные.

Определения 1-6 могут быть переформулированы в определения 1`-6` для предикатов. Приведём некоторые из переформулированных определений 1`-6`.

Определение 1`. Формулу A называют *общезначимой* (или *тавтологией*) и обозначают это как $\models A$, если она принимает истинностные значения 1 на любом наборе истинностных значений элементарных высказываний и на любом наборе свободных предметных переменных, участвующих в этой формуле.

Определение 4`. Говорят, что *из A логически следует B* и пишут $A \Rightarrow B$, если A не является противоречием и на любом наборе истинностных значений общих элементарных высказываний и на любом наборе свободных предметных переменных если истинно A, то и B истинно.

Определение 6`. Говорят, что *A логически равносильна B* и пишут $A \Leftrightarrow B$, если A и B не являются противоречиями и на любом наборе истинностных значений общих элементарных высказываний и на любом наборе свободных предметных переменных A истинно, если и только если B истинно.

В математической практике отношение логической равносильности используется при решении уравнений и неравенств и их систем без элементарных высказываний, которые можно рассматривать как предикаты – формулы. При этом вводится понятие *решения предиката* – тех значений свободных предметных переменных, при которых предикат является истинным. Определение 6` примет форму определения 6``.

Определение 6``. Говорят, что *A логически равносильна B* и пишут $A \Leftrightarrow B$, если A и B не являются противоречиями и все решения формулы A являются решениями формулы B, и наоборот.

Замечание 1 к определению 6``. Процесс решения (поиска решения) предиката состоит в получении цепочки равносильных предикатов, последний из которых делает решение очевидным. При этом применяются специально допустимые преобразования предикатов, оговоренные и обоснованные заранее. Например, усовершенствуем обозначение решения из нашей статьи [4], введя правый нижний индекс «σ» (как первой буквы слова «σύνολο» (*греч.*) – «совокупность») для пары квадратных скобок с целью отличия употребления таких скобок при обозначении совокупности от похожего обозначения числового отрезка:

$$x^2+4x-5=0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} x=-2-\sqrt{2^2+5}=-5 \\ x=-2+\sqrt{2^2+5}=1 \end{array}\right. \Leftrightarrow x=-2+(-1)^k\cdot 3,\ k=1 \textit{ или } 2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x=(\sigma k)_{k=1}^{2}\left(-2+(-1)^k\cdot 3\right) \Leftrightarrow x=[-5;1]_{\sigma}.$$

Замечание 2 к определению 6``. Для ложных (противоречивых, несовместных) предикатов данное определение не подходит но здесь работает схема рассуждения $\models (A\to B)\leftrightarrow(\overline{B}\to\overline{A})$. Не зная, каков предикат *A* по истинности, мы предполагаем, что предикат *A* не противоречив, и применяя допустимые способы преобразования для перехода к равносильному предикату *B*. И если предикат *B* оказывается противоречив, то и предикат *A* оказывается противоречивым. Поэтому определение 6`` можно дополнить: противоречивые предикаты равносильны, если они получены друг из друга с помощью тех преобразований, которые применяются для перехода к равносильным непротиворечивым предикатам. Решать противоречивые предикаты можно также по цепочке равносильностей. Например, делая допустимые преобразования и указывая их справа от преобразуемых уравнений, получаем в последней системе третье противоречивое уравнение ($0=-1$), значит, исходная система тоже противоречива (несовместна):

$$\left\{\begin{array}{ll} 3x-5y+2z=2 & \\ 7x-4y+1z=5 & (-2)I \\ 5x+7y-4z=3 & (-1)I \end{array}\right. \Leftrightarrow \left\{\begin{array}{ll} 3x-5y+2z=2 & \\ 1x+6y-3z=1 & \\ 2x+12y-6z=1 & (-2)II \end{array}\right. \Leftrightarrow \left\{\begin{array}{l} 3x-5y+2z=2 \\ 1x+6y-3z=1 \\ 0x+0y+0z=-1 \end{array}\right.$$

где запись «$(-1)I$» около третьего уравнения первой системы означает: прибавляем к этому уравнению почленно первое уравнение, умноженное на (-1).

Одной из распространённых ошибок в математических текстах студентов является использование неправильного знака «$\Rightarrow$» вместо правильного знака «$\Leftrightarrow$» при решении уравнений и неравенств и их систем.

В некоторых учебниках логические операции импликации и эквиваленции не вводятся и сразу заменяются отношениями следования и равносильности с их последующим неправомерным применением [4, с.17].

Студенты (наученные репетиторами или учителями) употребляют неправильные случаи логического следования без особой надобности, мимоходом, в двух следующих записях:

$$\text{«}u=\varphi(x)\Rightarrow du=\varphi'(x)\,dx\text{»},\ \text{«}du=\varphi'(x)\,dx\Rightarrow u=\varphi(x)\text{»}. \qquad (1)$$

Во-первых, в дифференциальном и интегральном исчислении нет надобности выяснять истинностные отношения между выделенными предложениями, и лучше вместо знака логического следования употребить запятую или каждое предложение просто употребить в нужном месте (в прерывающих скобках при интегрировании методом замены переменной и при интегрировании по частям):

$$\text{«}u=\varphi(x),\quad du=\varphi'(x)\,dx\text{»},\ \text{«}du=\varphi'(x)\,dx,\quad u=\varphi(x)\text{»}.$$

Во-вторых, эти записи (1) не верны потому, что не полны. Первую запись в (1) можно было бы представить в форме:

$$\left(x\in D(\varphi)\right)\left(D(\varphi)=D(\varphi')\right)\left(y,\,dx,\,dy-\textit{переменные}\right)\left(y\triangleq\varphi(x)\right)\Rightarrow\left(dy\triangleq\varphi'(x)\,dx\right),$$

где знак «$\triangleq$» означает равенство по определению. Вторая запись в (1) не верна по частному виду заключения, она может быть представлена в ином виде:

$$\big(\big(x\in D(\varphi)\big)\big(D(\varphi)=D(\varphi')\big)\big(y,\,dx,\,dy-\textit{перем.}\big)\big(dy\triangleq\varphi'(x)\,dx\big)\to\big(y\triangleq\varphi(x)+(\sigma C)(C)\big)\big)$$
$$\&\big((\sigma C)(C)\uparrow(0)\big)\Rightarrow\big(y\triangleq\varphi(x)\big),$$

где $(\sigma C)(C)$ – совокупность произвольных постоянных, $(\sigma C)(C)\uparrow(0)$ – извлечение из этой совокупности значения C=0 [4].

В книге [2, с.130-132] введён ещё один вид логического следования – при варьировании некоторого набора переменных $x_1,x_2,\cdots,x_q$. Введём предварительно обозначение «$\forall'$» для «$\forall x_1\forall x_2\cdots\forall x_q$».

Определение 7. Говорят, что что *из* $A_1,A_2,\ldots,A_m$ *логически следует B при варьировании переменных* $x_1,x_2,\cdots,x_q$ и пишут $A_1,A_2,\ldots,A_m\Rightarrow^{x_1,x_2,\cdots,x_q}B$, если $\forall'A_1,\forall'A_2,\ldots,\forall'A_m\Rightarrow B$.

Например, $x+y=y+x\Rightarrow^{x,y}3+2=2+3$, $(x+1)^2=x^2+2x+1\Rightarrow^{x}(2+1)^2=2^2+2\cdot2+1$.

В [2, с.131] отмечено: при содержании в A только свободной переменной x, утверждение «$A\Rightarrow B$» сильнее утверждения «$A\Rightarrow^{x}B$», т.е. если $A\Rightarrow B$, то $A\Rightarrow^{x}B$, а обратное выполняется не всегда. Но важно добавить всё-таки, что при этом $(\forall x)A$ не должно быть противоречием.

Подтверждаем «если $A\Rightarrow B$, то $A\Rightarrow^{x}B$» примером, где верно и обратное:

если $(x+1)^2=x^2+2x+1\Rightarrow(2+1)^2=2^2+2\cdot2+1$,

то $(x+1)^2=x^2+2x+1\Rightarrow^{x}(2+1)^2=2^2+2\cdot2+1$,

т.е. $(\forall x)\big((x+1)^2=x^2+2x+1\big)\Rightarrow(2+1)^2=2^2+2\cdot2+1$.

Подтверждаем примером, что при этом $(\forall x)A$ не должно быть противоречием:

«$x^2-2x-3=0\Rightarrow x=3\vee x=-1$» верно, но «$x^2-2x-3=0\Rightarrow^{x}x=3\vee x=-1$» не верно, т.к. «$(\forall x)\big(x^2-2x-3=0\big)$» есть противоречие.

Пусть формулы A и B содержат свободную переменную x. Тогда имеют место следующие свойства отношения следования [2, с.132, упражнение 20.6], из которых следует, что отношения следования связывают свободную переменную x:

1) $A\Rightarrow^{x}B$, если и только если $\models\forall xA\to B$, если и только если $\models\forall x(\forall xA\to B)$, если и только если $\models\forall xA\to\forall xB$;

2) $A\Rightarrow B$, если и только если $\models A\to B$, если и только если $\models\forall x(A\to B)$.

Применим второе свойство свойства 2 для переформатирования определения предела. Имеем исходное **определение 8** на языке $\varepsilon-\delta$ и окрестностей U [6]:

$$\lim_{x\to\kappa}f(x)=\lambda,\ \text{если}\ (\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(\forall x)\big(x\in D(f)\,\&\,x\in\dot U_\delta(\kappa)\to f(x)\in U_\varepsilon(\lambda)\big),$$

где $\dot U_\delta(\kappa)$ – выколотая дельта-окрестность точки κ, $U_\varepsilon(\lambda)$ – эпсилон-окрестность точки λ.

Применим унарное отношение «$\models$» к обеим частям определения 8 и применим второе свойство отношения следования. Получим **определение 9**, равносильное определению 8:

$$\models\left(\lim_{x\to\kappa} f(x)=\lambda\right), \text{ если } (\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)\left(x\in D(f)\,\&\,x\in\dot{U}_\delta(\kappa)\Rightarrow f(x)\in U_\varepsilon(\lambda)\right).$$

Определение 9 может быть более привычным, например, при доказательсте пределов по определению с употреблением отношения «$\Rightarrow$». Например, докажем, что $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^2-1}{x-1}=2$. Запишем это в форме определения 9:

$$\models\left(\lim_{x\to1}\frac{x^2-1}{x-1}=2\right), \text{если}(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)\left(x\in(-\infty,1)\cup(1,+\infty)\,\&\,0<|x-1|<\delta\Rightarrow\left|\frac{x^2-1}{x-1}-2\right|<\varepsilon\right).$$

Возьмём произвольное положительное число ε и рассмотрим цепочку предложений, равносильных заключительному предложению:

$$\left|\frac{x^2-1}{x-1}-2\right|<\varepsilon\Leftrightarrow\left|\frac{(x-1)(x+1)}{x-1}-2\right|<\varepsilon\Leftrightarrow\begin{cases}|(x+1)-2|<\varepsilon\\ x-1\neq0\end{cases}\Leftrightarrow0<|x-1|<\varepsilon\Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow x\in(-\infty,1)\cup(1,+\infty)\,\&\,0<|x-1|<\varepsilon.$$

Из равносильности получаем логическое следование:

$$x\in(-\infty,1)\cup(1,+\infty)\,\&\,0<|x-1|<\varepsilon\Rightarrow\left|\frac{x^2-1}{x-1}-2\right|<\varepsilon.$$

Если взять $\delta=\varepsilon$, то получаем, что

$$(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta,\delta=\varepsilon)\left(x\in(-\infty,1)\cup(1,+\infty)\,\&\,0<|x-1|<\delta\Rightarrow\left|\frac{x^2-1}{x-1}-2\right|<\varepsilon\right),$$

т.е. верно, что $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^2-1}{x-1}=2$.

Выводы

В работе рассмотрены унарные и бинарные отношения истинности логических формул для высказываний и предикатов. Унарными являются отношения (свойства) «|= – быть тавтологией, быть общезначимой», «|≠ – быть противоречием», «|≈ – быть ни тавтологией, ни противоречием», причём последние два обозначения введены в данной работе.

Бинарными являются отношения логической равносильности «$\Leftrightarrow$» и логического следования «$\Rightarrow$». Особо выделено логическое следование «$A_1, A_2, \ldots, A_m \Rightarrow^{x_1,x_2,\cdots,x_q} B$» при варьировании переменных «$x_1, x_2, \cdots, x_q$». Отмечено, что ни одна посылка в отношении следования не должна быть противоречием и что это следует отмечать в определениях.

В работе отмечен синдром навязчивого и неправильного применения знака «$\Rightarrow$» в математических текстах школьников и студентов и научивших их этому репетиторов и учителей.

Определение предела значения функции в предельной точке её области определения приведено к форме с употреблением знака «$\Rightarrow$», которая может быть удобна при доказательстве пределов по определению.

В работе теория совокупностей [4] дополнена обозначением «$[\cdots]_\sigma$» для совокупности, заданной перечислением её членов, что позволяет отличать обозначение совокупности от обозначения числового отрезка.

Библиографический список

1. Клини, С.К. Математическая логика / С.К. Клини; пер. с англ. Ю.А. Гастева; под ред. Г.Е. Минца. – М.: Мир, 1973. – 480 с.

2. Сигорский, В.П. Математический аппарат инженера / Виталий Петрович Сигорский. – Изд. 2-е, стереотип. – Киев «Техніка», 1977. – 766 с. – С.596-620.

3. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон. – М.: Наука, 1971. – 320 с.

4. Владимиров, А.Ф. Понятие совокупности объектов в математике [Текст] / А.Ф. Владимиров // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2025 [Текст]: сб. тр. VIII междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.10. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2025; Рязань. – 188 с. – С.93-100.

5. Кулешов, А.А. Анализ I. Краткий курс: учебник / А.А. Кулешов. – Москва: Издательство Московского университета, 2024. – 407 с.

6. Владимиров, А.Ф. О понятиях предела и непрерывности функции одной действительной переменной в преподавании «Введения в математический анализ» / А.Ф. Владимиров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – №1(21). – С.8-13.

УДК 378.184; ГРНТИ 14.35.07

СТУДЕНЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ КАК ЧАСТЬ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А.С. Сафошкин, А.Б. Дюбуа, М.В. Абрашкина, И.А. Шапошников, Н.А. Шапошников
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
Российская Федерация, Рязань, safoshkin.a.s@rsreu.ru

Аннотация. В работе рассматриваются основные аспекты проведения студенческих предметных олимпиад. Рассмотрены основные этапы организации очных студенческих олимпиад, а также основные отличия олимпиад от стандартных конкурсов и заданий повышенной трудности. Рассмотрено влияние участия студентов в олимпиадах на учебный и воспитательный процесс.
Ключевые слова: студенческие олимпиады, учебно-воспитательный процесс.

STUDENT OLYMPIADS AS PART OF THE EDUCATIONAL PROCESS

A.S. Safoshkin, A.B. Dubois, M.V. Abrashkina, I.A. Shaposhnikov, N.A. Shaposhnikov
V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University,
Russia, Ryazan, safoshkin.a.s@rsreu.ru

The summary. This paper examines the key aspects of conducting student subject Olympiads. It examines the key stages of organizing in-person student Olympiads, as well as the key differences between Olympiads and standard competitions and advanced assignments. The impact of student participation in Olympiads on the educational and developmental process is also explored.
Keywords: student Olympiads, educational and developmental process.

В конце XX – начале XXI вв. научное и образовательное сообщество как в России, так и в развитых странах Европы и Северной Америки, столкнулось с глубоким кризисом образования. И если, по оценкам экспертов, с гуманитарным образованием дела обстоят неплохо, то физико-математическое и инженерное образование деградировало в значительной степени. В обществе наблюдаются потеря интереса к точным и естественным наукам, а избравшие математику, физику и инженерию молодые люди демонстрируют слабую школьную естественнонаучную подготовку и неспособность освоить современные теории и методы. Кризис этот поразил всю вертикаль образовательных структур – от школы до колледжей и университетов.

Скорее всего, одна из причин столь нежелательного для образования развития событий кроется в том, что интересы общества, а с ними и интересы молодежи, сместились в сторону бизнеса и коммерции. Россию этот процесс затронул позднее, чем развитые страны Европы и Северной Америки. Однако ситуация в нашей стране усугубилась участием России в Болонском процессе, которое превратилось в механический перенос на российскую почву недостаточно проверенных и не вполне соответствующих отечественной образовательной практике методик [1]. Ситуация была усугублена одновременным введением единого государственного экзамена, который изначально ориентирует учащихся не на изучение предмета, а на начетничество и зубрежку [2].

В результате вместе с резким падением уровня физико-математической подготовки абитуриентов снизились конкурсы на физико-математические и инженерные специальности. Встала задача возрождения интереса к физико-математическим наукам в обществе и среди подрастающего поколения.

Все это вынуждает преподавателей математики, обучающих студентов математических, физических и инженерных направлений подготовки, искать нестандартные пути мотивации учащихся и активизации их познавательной деятельности в области математики. Одним из путей решения этой задачи являются предметные олимпиады и конкурсы [3].

В данной работе основной акцент сделан на проводимые в настоящее время очные студенческие олимпиады по математике. Данные олимпиады чаще всего проводятся в форме личного первенства, в котором каждый участник решает задачи индивидуально. Однако, в некоторых олимпиадах принимают участие команды из 2 человек, которые решают задания совместно. Несмотря на то, что данный формат проведения олимпиад является достаточно интересным (в данном случае акцент делается не только на решение задач, но и на развитие навыков общения и взаимодействия с товарищами по команде, умение распределять обязанности и ответственность между членами команды и так далее), он является мало распространенным. Однако в рамках олимпиад подводятся итоги по командному зачету, в котором команды получают баллы в зависимости от баллов личного зачета участников олимпиады. Возможны различные способы формирования команд и подсчета баллов, у каждого из которых имеются как достоинства, так и недостатки.

Студенческие олимпиады по математике проводятся в один (реже – два) тур, в рамках которого участникам предлагается за отведенное время решить предложенные задачи. Чаще всего на решение задач отводится 4 астрономических часа, что является оптимальным – у участников имеется возможность распределить свои силы и правильно сориентироваться во времени, установив для себя временные рамки. Количество предлагаемых задач варьируется от 4-5 до 15, причем возможны различные варианты оценивания задач: во многих олимпиадах все задачи равнозначны и за решение любой из предложенных задач участник может получить одинаковое число баллов (чаще всего – 10). В других олимпиадах каждая задача оценивается в различное число баллов с учетом уровня сложности задачи (чем более сложной и трудоемкой является задача, тем большее количество баллов участник может получить за ее решение). В каждом из подходов имеются как положительные, так и отрицательные моменты, поэтому однозначно сказать о наиболее выгодном варианте нельзя.

Задачи для олимпиад подготавливаются членами жюри олимпиад, чаще всего – преподавателями математики вуза, который проводит данную олимпиаду. Данные задачи проверяются экспертной группой на наличие логических и фактических ошибок в задачах и их решениях, уточняются формулировки задач и составляется предварительная разбалловка, которая может быть изменена в процессе проверки задач членами жюри.

Чаще всего в олимпиаду включается по 1-2 задаче из каждого раздела высшей математики, что позволяет участникам самостоятельно выбирать задачи, к решению которых участник приступит. Случаи, когда один участник решает все задачи (если их число достаточно велико, например, 8-10 задач), встречаются достаточно редко. Также необходимо от-

метить, что участники могут получить баллы не только за полностью решенную задачу, но и за частичное решение или решение, в котором содержатся ошибки. Так, за арифметические ошибки и получение неверного численного ответа при верном ходе решения снимается обычно не более 1-2 баллов, за верное начало решения или высказывание общей идеи решения может быть поставлено до половины баллов. В то же время за полученный верный правильный ответ без обоснования или же с неверным решением больше 1-2 баллов участник получить не может. Данный подход к оцениванию решений задач позволяет участникам приступать к решению как можно большего числа задач и дает возможность проявить умения и навыки в максимальном объеме.

Так как большинство олимпиад проводится для широкого круга студентов и специальностей, которые могут значительно отличаться друг от друга по уровню подготовки и образовательным программам, чаще всего студенты делятся на номинации – по курсам (например, 1 курс и старшие курсы) и направлениям подготовки (физико-математические, технические, экономические и так далее). В связи с этим задачи для каждой номинации подбираются с учетом образовательных программ – некоторые задачи могут быть предложены только студентам старших курсов, так как данные темы не входят в программу 1 курса, либо только физико-математическим специальностям, так как являются слишком сложными для студентов других специальностей.

Чаще всего в число задач олимпиады включают задачи разного уровня сложности, причем 1-2 задачи могут быть «утешительными», чтобы все пришедшие студенты имели возможность получить за эту задачу некоторое количество баллов и не получить по итогам олимпиады 0 баллов. Если каждая задача имеет собственную стоимость, такие задачи оцениваются обычно малым числом баллов и не оказывают значительного влияние на распределение призовых мест.

Особым видом задач являются задачи на доказательство, в которых участникам предлагается доказать некоторое утверждение, используя некоторый набор исходных условий. В данных задачах ключевым является не умение применять знания математики, а умение грамотно и обоснованно выстраивать логические цепочки и причинно-следственные связи.

Задачи олимпиад отличаются от типовых задач, которые предлагаются студентам на практических занятиях, в которых основным является получение и закрепление навыков. Каждая олимпиадная задача является небольшой исследовательской работой, в рамках которой студенту требуется не просто найти решение, а обнаружить некоторый «хитрый ход», который позволяет решить задачу гораздо более легким способом, чем стандартные, которые зачастую приводят к вычислениям, выполнение которых в установленные регламентом олимпиады временные рамки не представляется возможным.

После того, как участники завершают решение предложенных задач и оформляют их, происходит проверка работ. Следует отметить, что оформление решений участниками зачастую играет важную роль при оценке работ – небрежное оформление, трудночитаемый почерк и прочие моменты сильно мешают членам жюри при проверке и могут быть причиной уменьшения числа баллов. Одним из наиболее важных факторов на очных олимпиадах является умение студентов правильно распределить свое время между решением задач на черновиках и оформлением работы на чистовиках. Неоднократно встречаются случаи, когда из-за неумения грамотно распределить свое время студенты не успевают записать начисто правильно решенную задачу или пропускают важные шаги в решении, что приводит к тому, что участник получает значительно меньше баллов, чем мог бы.

Перед проверкой работ на большинстве олимпиад (Межрегиональные, Всероссийские и Международные Олимпиады) проводится шифрование работ, при котором каждая работа получает свой номер-шифр и становится анонимной для проверяющего, что позволяет значительно повысить объективность оценивания работ, так как членами жюри чаще всего яв-

ляются руководители команд. После проверки работ проводится дешифровка и составление общего протокола, определяются победители и призеры в каждой из номинаций.

Для многих олимпиад, проводимых в очном формате, характерно наличие еще одного важного этапа олимпиады – апелляция. В ходе апелляции проводится разбор задач членами жюри, участники получают возможность ознакомиться с критериями оценки задач и еще раз посмотреть свою работу. В случае несогласия участника с выставленными баллами проводится пересмотр оценки в установленном порядке, включающем подачу заявления и другие пункты. В ходе апелляции участник доказывает свою точку зрения членам жюри, приводит аргументы и получает обоснованное решение. При этом в ходе апелляций могут быть обнаружены ошибки, которые возможны при проверке большого числа работ – возможны случаи внесения в протокол неверной оценки (или невнесения задачи в протокол вообще), либо ошибочная оценка правильного решения, допущенная по той или иной причине. Однако, наиболее сложными и для участников, и для проверяющих являются случаи, когда студент предлагает уникальный способ решения задачи, в котором зачастую могут быть логические ошибки. Также сложными являются случаи, когда студент пытается доказать, что его вариант решения является правильным, либо допущенные им ошибки не столь серьезны, чтобы снимать за них значительное число баллов. В этом случае на первый план выходят не профессиональные навыки студента, а его воспитание и умение общаться с другими людьми, аргументированно отстаивать свою точку зрения, а не просто спорить и пытаться «продавить» собственное мнение.

По итогам апелляции в протокол вносятся изменения (причем возможно не только увеличение числа баллов за задачи, но и уменьшение, когда в ходе апелляции были обнаружены ошибки, не отмеченные при первоначальной проверке). Победители и призеры получают дипломы и памятные призы.

Так как Межрегиональные, Всероссийские и Международные Олимпиады проводится лишь в нескольких университетах, такие мероприятия для большинства участников являются «выездными». По этой причине на одну из первых ролей выходит вопрос финансирования вузами команд, участвующих в олимпиадах. Вуз-организатор может предложить различные варианты проживания в городе, однако все расходы на проживание и проезд до места проведения олимпиады берет на себя командирующий вуз. Участие в Олимпиадах зачастую требует от участников оплату организационного взноса за участие в олимпиаде. В свою очередь, оргкомитет олимпиады организует для участников культурную программу, в которую входят экскурсии по городу и посещение достопримечательностей, походы в театры, музеи и прочие мероприятия, которые позволяют участникам не только развиваться в области математики, но и значительно расширять свой кругозор, а также дают возможность знакомства и общения участников из разных городов и регионов.

Таким образом, студенческая олимпиада включает в себя целый комплекс мероприятий, каждое из которых позволяет развить различные качества студентов и оказывает влияние на учебный и воспитательный процесс [4]. Рассмотрим основные аспекты влияния олимпиад на учебный процесс.

В ходе подготовки к олимпиадам студенты значительно углубляют собственные знания по предмету, изучают новые разделы, в том числе не входящие в учебную программу, либо разделы, которые будут изучены в будущем. Таким образом, участвующие в олимпиадах студенты в процессе обучения испытывают значительно меньше трудностей, изучение материала, необходимого для подготовки к олимпиадам, положительно сказывается на учебном процессе. Также одним из важных аспектов является то, что при подготовке к олимпиадам студенты, помимо дополнительных занятий с преподавателями, большое внимание уделяют самоподготовке, что служит важным фактором в развитии самоконтроля, а также помогает студентам научиться грамотно работать с научной и учебной литературой.

Так как каждая олимпиадная задача является исследовательской и творческой работой, при решении таких задач студенты развивают свой творческий и исследовательский потенциал, используют нестандартные ходы, развивают логическое мышление, ищут нестандартные ходы. Развитие данных навыков позволит студентам-олимпиадникам в будущем применять полученные умения в ходе исследовательских и творческих работ, научной деятельности. Процесс поиска решения нестандартной задачи, помимо всего прочего, позволяет развить умение принимать нестандартные решения, что является важным умением не только в учебе, но и в жизни. Также в процессе поиска решений у студентов развивается интуиция – способность угадывать верное направление решения задачи, выбирать из большого числа способов наиболее рациональный и аргументированный.

Следующим важным фактором, с которым сталкиваются участники олимпиад, является ограниченное время, которое отводится на решение заданий олимпиады. Участникам олимпиады необходимо:

- концентрироваться на поставленных задачах,
- контролировать свое физическое и эмоциональное состояние,
- грамотно оценивать собственные возможности, принимать решения о том, какие задачи и в каком порядке следует решать,
- следить за временем, распределять по времени объемы выполняемой работы,
- максимально сжато, но при этом в достаточной степени аргументированно записывать решение задач, и т.д.

Развитие данных качеств позволит студентам применять их в учебном процессе, особенно в случаях ограниченного времени – во время сдачи экзаменов, выполнения контрольных работ и других видов учебного процесса.

При оформлении решений участники должны записывать свое решение, с одной стороны, максимально подробно, не пропуская никаких важных шагов в решении, с другой – максимально лаконично, избегая лишних рассуждений, которые не помогают (а порой и являются ошибочными) в решении задачи. Таким образом, студенты развивают умение излагать свои мысли и рассуждения в письменной форме, строить логические цепочки, выделять ключевые моменты, относиться к оформлению работ с максимальной аккуратностью. В учебном процессе эти умения и навыки играют весьма важную роль при подготовке к занятиям и конспектировании материала.

После того, как решение задач было завершено, участники олимпиад получают возможность сравнить свои решения с решениями других участников и авторскими решениями. Таким образом, развиваются как навыки общения с другими студентами, так и навыки работы с литературой. В процессе сравнения решений могут быть обнаружены явные, грубые ошибки, проводится экспресс-анализ, складывается общее впечатление о работе и может быть сделан прогноз баллов, которые будут поставлены за данные решения. Умение анализировать проделанную работу играет значительную роль в учебном процессе, а умение прогнозировать возможные результаты может быть особенно важно при обучении студентов технических специальностей, которые должны уметь по полученным расчетам спрогнозировать результаты эксперимента.

Чаще всего, участники олимпиады узнают баллы, которые были получены, вечером в день проведения олимпиады. Таким образом, у них имеется некоторое время для подготовки к апелляции, анализ баллов, сравнение прогноза и результатов, определяются задачи, в которых оценка решения ниже, чем должна быть, по мнению студента. В ходе данного анализа студент получает навыки, которые будут иметь важную роль в профессиональной деятельности – умение в сжатые сроки подготовиться к следующему этапу, найти весомые аргументы, подтверждающие правоту студента, анализировать собственную работу.

В ходе апелляции на первую роль порой выходят не учебные аспекты (например, умение решать задачи или глубина знаний в данном разделе математики), а умение общаться

с членами жюри. Участнику олимпиады нужно в очень короткий промежуток времени просмотреть свою работу, сравнить проставленные баллы с критериями, выявить возможность и целесообразность апелляции, в случае возникновения несоответствия – продумать аргументацию собственного решения. При этом необходимо соблюдать требуемые нормы поведения и общения (зачастую накал борьбы и стремление получить максимально возможный балл приводит к не совсем адекватному поведению студентов в ходе апелляции), контролировать собственное эмоциональное состояние и видеть эмоциональное состояние собеседника, уметь выслушивать точку зрения проверяющих, строить дискуссию и т.д. Данные навыки являются важными как в ходе учебного процесса (общения с преподавателями), так и оказывают влияние на воспитательный процесс.

После подведения итогов олимпиады необходимо провести детальный разбор всех задач олимпиады (в том числе и задач из других номинаций), проанализировать допущенные ошибки, выделить основные приемы, которые применяются при решении олимпиадных задач данного типа, скорректировать с учетом данных замечаний план подготовки к дальнейшим олимпиадам. Развитие данных навыков положительно влияет на учебный процесс – студенты получают навыки анализа, самоанализа, планирования, которые необходимы им в ходе учебного процесса.

Кроме того, в программу олимпиады входят культурно-массовые мероприятия, которые развивают личность студента, расширяют кругозор, в случае различных соревнований формируют командное взаимодействие и развивают коммуникативные навыки студентов.

Библиографический список

1. Сухомлин В. А. Об итогах реформы высшей школы (размышления российского профессора). – М.: Макспресс, 2010. 48 с.

2. Малинецкий Г. Г., Подлазов А. В. Некоторые системные дефекты ЕГЭ // Научный эксперт. 2009. Вып.10. С. 62–68.

3. Garfunkel S., Mumford D. How to Fix Our Math Education // The New York Times, august, 24. 2011.

4. Смышляев В. К. Русские математические журналы для педагогов и учащихся // Математика в школе. 1986. № 6. С. 72–74.

УДК 378.184; ГРНТИ 14.35.07

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД В РГРТУ

А.С. Сафошкин, А.Б. Дюбуа, М.В. Абрашкина, И.А. Шапошников, Н.А. Шапошников

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, safoshkin.a.s@rsreu.ru

Аннотация. В работе рассматривается опыт участия студентов РГРТУ в физико-математических олимпиадах. Отмечены основные этапы развития олимпиадного движения в РГРТУ, а также опыт организации межвузовских, межрегиональных и Всероссийских студенческих олимпиад на базе Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина.

Ключевые слова: студенческие олимпиады, учебно-воспитательный процесс.

EXPERIENCE OF CONDUCTING STUDENT PHYSICS AND MATHEMATICAL OLYMPIADS AT RSREU

A.S. Safoshkin, A.B. Dubois, M.V. Abrashkina, I.A. Shaposhnikov, N.A. Shaposhnikov
V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University,
Russia, Ryazan, safoshkin.a.s@rsreu.ru

The summary. This paper examines the participation of Ryazan State Radioengineering University (RSREU) students in physics and mathematics olympiads. It outlines the key stages in the development of the olympiad movement at RSREU, as well as the experience of organizing interuniversity, interregional, and all-Russian student olympiads at the V.F. Utkin Ryazan State Radioengineering University.
Keywords: student Olympiads, educational and developmental process.

Организация и проведение студенческих математических олимпиад имеет ряд особенностей, которые связаны как со спецификой задач, которые предлагаются студентам для решения, но и с уникальностью самого олимпиадного сообщества. Каждый вуз-организатор проводит олимпиады в соответствии с собственными традициями и предпочтениями, однако, стараясь учесть замечания и предложения других участников. По этой причине все студенческие математические олимпиады являются в той или иной степени взаимосвязанными, можно выделить общие тенденции в каждой из олимпиад, однако, каждая из олимпиад является уникальным мероприятием со своими традициями.

Как было сказано ранее, каждая из олимпиадных задач является творческой и исследовательской работой, которую членам жюри необходимо оценивать. При этом проверяющим необходимо порой ставить себя на место участников олимпиады и пытаться понять ход мыслей студентов. Кроме того, организаторы олимпиады должны уметь предугадывать основные моменты, которые могут являться причиной дискуссий, например, формулировки условий задач, которые могут быть некорректно восприняты. Также при составлении культурной программы олимпиады и графика проведения мероприятий нужно исходить из предпочтений участников [1].

Все это крайне сложно учесть без собственного опыта участия в олимпиадах. Регулярное участие в различных олимпиадах позволяет оценивать организацию и проведение данных соревнований, подчеркивать положительные и отрицательные моменты в организации и учитывать их при проведении олимпиады в родном вузе.

Участие в олимпиадах – это особенный вид соревнований, который можно по своей специфике подготовки и требований к участнику (как интеллектуальных, так и психологических) приравнивать к спортивным соревнованиям, например, шахматным турнирам. На первый план зачастую выходит не учебная подготовка и глубина знаний, а психология. Обычно в лидирующей группе уровень подготовки участников примерно одинаков, поэтому победителем становится чаще всего не тот, кто больше других знает или лучше других умеет решать задачи, а тот, кто в данный момент к этому готов лучше других. Безусловно, без сильной базовой подготовки и знания материала решение задач будет невозможным, но зачастую участники не в состоянии решить простейшую задачу, аналогичную разобранной ранее. Причин может быть несколько. Одной из них может являться плохое самочувствие участника, другой – внешние факторы, но чаще всего ошибки или «ступоры» возникают из-за волнения и отсутствия умения концентрироваться на поставленных задачах.

Основная работа по подготовке студентов к Олимпиадам в РГРТУ ведется в ходе работы физико-математического семинара. В связи с тем, что на данном семинаре присутствовали студенты разных направлений, факультетов, вузов и курсов, обучающихся по различным программам и освоившим на момент проведения занятий различные темы, основной сложностью был подбор задач, которые необходимо предлагать студентам для разбора: разделы должны быть знакомы всем участникам семинара, при этом акцент необходимо делать

не на технике решения задач, например, технике вычисления пределов, а на методе решения и особых приемах, которые применяются на олимпиадах.

Так как студенты 1 курса составляли большую часть всех участников семинара, основными для разбора были разделы «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия» и другие, которые изучаются на 1 курсе. Чтобы при этом у студентов старших курсов сохранялась мотивация для работы в ходе семинара, перед ними ставилась задача поиска нестандартных методов решения данных задач, поиск наиболее рациональных методов и сравнение данных решений. В некоторых случаях другие методы решения задач были ошибочными, что дает возможность показать на данных примерах типичные ошибки, которые допускаются при решении олимпиадных задач.

В связи с ограниченностью времени проведения семинара (2 академических часа в неделю), занятие обычно разделено на несколько частей. В начале занятия рассматриваются элементы теории и методы, необходимые для решения классов задач, а затем приводятся примеры, в которых данные методы необходимо было применять. При этом в ходе занятий отслеживается работа студентов с новым материалом, их способность быстро осваивать новые приемы и способы решения задач. Это позволяет выявить студентов, которые обладают высоким потенциалом. В конце занятия студентам предлагается несколько задач для самостоятельного разбора, решения которых рассматривались на следующих занятиях.

Также одним из ключевых моментов является самоподготовка студентов. Из-за недостаточного количества специальной литературы, посвященной решению олимпиадных задач, коллективом кафедры высшей математики РГРТУ совместно с преподавателями Ярославского государственного технического университета, Рязанского филиала МЭСИ и студентами РГРТУ, которые принимали участие во Всероссийских студенческих олимпиадах по математике, было принято решение о создании собственного учебного пособия «Студенческие математические олимпиады» в нескольких частях. Для удобства работы с материалом данное пособие было разбито на несколько частей, каждая из которых посвящена нескольким разделам математики. В каждом разделе приводятся элементы теории и разбираются наиболее часто встречающиеся олимпиадные задачи и методы их решения. Отличием данного сборника является деление на разделы и наличие теории, так как в известной литературе приводятся лишь задачи олимпиад прошедших лет без структуризации задач по темам [1-4].

До 2010 года участие РГРТУ в студенческих математических олимпиадах было нерегулярным, участие в олимпиадах, которые были организованы в других городах, было сведено к минимуму. Одним из центров проведения математических олимпиад более 25 лет является Ярославский государственный технический университет, который и в настоящее время ежегодно проводит олимпиады самого высокого уровня.

С 2010 года в РГРТУ стала формироваться команда студентов, которая вела еженедельную подготовку в рамках физико-математического семинара под руководством преподавателей кафеды высшей математики РГРТУ (руководитель команды – к.ф.-м.н., доцент кафедры ВМ РГРТУ Дюбуа А.Б.). Команда РГРТУ стала принимать более активное участие в олимпиадах, проводимых в Уфимском государственном авиационном техническом университете, Московском физико-техническом институте, Военной академии радиационной, химической и биологической защиты (г. Кострома), Рыбинском государственном авиационном техническом университете им. П.А. Соловьева. Студенты РГРТУ регулярно занимали призовые места как в личном, так и в командном зачете, что позволяло им претендовать на получение повышенных стипендий, а также стипендий Правительства и Президента РФ. В дальнейшем к Олимпиадам, в которых принимали участие студенты РГРТУ, добавились олимпиады в ИТМО (г. Санкт-Петербург), ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова (г. Новочеркасск), позднее – олимпиады в МГТУ им. Н.Э. Баумана, ВА ВКО (г. Тверь) и т.д., значительно расширившие «географию» олимпиадного движения [5].

С 2014 года одним из руководителей команды стал выпускник РГРТУ Сафошкин А.С., который успешно участвовал в студенческих олимпиадах ранее, что стало дополнительным фактором при подготовке студентов для Межрегиональных, Всероссийских и Международных студенческих олимпиад.

Кроме того, до 2013 года на базе РГРТУ проводилась межвузовская олимпиада (II тур Всероссийской студенческой олимпиады), которая собирала участников из вузов г. Рязани, при этом периодически в олимпиадах принимали участие и студенты из Ярославля, Москвы и Обнинска. С 2014 года олимпиада, проводимая на базе РГРТУ, стала иметь статус Межрегиональной олимпиады, что привело к резкому увеличению количества участвующих вузов. С 2018 года олимпиада стала носить имя профессора кафедры электровакуумной техники Рязанского радиотехнического института с 1966 по 1994 г., доктора физико-математических наук Георгия Николаевича Шуппе и стала проводиться в формате физико-математической олимпиады. С 2021 года параллельно с классической очной олимпиадой проводится заочная олимпиада. С 2022 года Олимпиада имени Г.Н. Шуппе носит статус Всероссийской студенческой физико-математической олимпиады.

Олимпиада проводится в личном и командном конкурсе. Каждый ВУЗ может заявить не более шести студентов. Командное первенство проводится в общем зачете, результат команды определяется по сумме среднего балла по команде и двух лучших результатов участников команды в данной номинации.

Тематика олимпиады: элементарная математика, линейная алгебра, аналитическая геометрия, пределы, дифференциальное и интегральное исчисление, функции одной и нескольких переменных, дифференциальные уравнения, теория функции комплексной переменной, ряды, теория вероятностей и математическая статистика, математическая логика, механика, термодинамика и молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика.

К настоящему моменту в РГРТУ сформирована опытная рабочая группа, которая участвует в организации Всероссийской студенческой физико-математмической олимпиады им. Г.Н. Шуппе. В 2026 году Олимпиада пройдет с 3 по 5 апреля [6].

Первый этап организации Олимпиады включает в себя согласование проведения с администрацией вуза и требует слаженной работы всех структур университета. Затем производится рассылка приглашений и информационных писем вузам, которые будут принимать участие в Олимпиаде, сбор заявок. Параллельно с этим рабочая группа, в которую входят преподаватели не только РГРТУ, но и других вузов, готовит комплект заданий для Олимпиады. Традиционно участникам предлагается 13 задач (обычно 8-9 из них – по математике, 4-5 – по физике), каждая из которых оценивается в 10 баллов.

После приема заявок формируются списки участников, состав жюри и состав мандатной комиссии, отвечающей за шифрование и дешифровку работ, формирование протоколов и обработку результатов. В состав жюри традиционно входят не только преподаватели принимающего вуза, но и руководители команд, участвующих в Олимпиаде.

Таким образом, организация Всероссийской студенческой физико-математической олимпиады им. Г.Н. Шуппе является результатом совместной работы нескольких высших учебных заведений, что подтверждает значимость проведения подобных мероприятий для укрепления связей между образовательными организациями Российской Федерации.

Библиографический список

1. Ройтенберг В.Ш., Оленикова Ю.К., Сидорова Л.А. Задачи студенческих олимпиад ЯГТУ. – Ярославль: Типография ЯГТУ, 2012.
2. Амбарцумян В. А., Андрющенко Е. А., Бухенский К. В., Дворецкова Е. А., Дюбуа А. Б., Зилотова М. А., Машнина С. Н., Сафошкин А.С. Студенческие математические олимпиады. Часть 1. Учебное пособие, РГРТУ, 2014. – 128 с.
3. Амбарцумян В. А., Андрющенко Е. А., Бухенский К. В., Дворецкова Е. А., Дюбуа А. Б., Машнина С. Н., Сафошкин А.С. Студенческие математические олимпиады. Часть 2. Учебное пособие, РГРТУ, 2015. – 96 с.

4. Бухенский К. В., Дюбуа А. Б., Конюхов А.Н., Кучерявый С.И., Машнина С.Н., Оленикова Ю.К., Ройтенберг В.Ш., Сафошкин А.С. Студенческие математические олимпиады. Часть 3. Учебное пособие, РГРТУ, 2017. – 84 с.
5. Раздел «Студенческие олимпиады» на странице кафедры высшей математики РГРТУ: https://rsreu.ru/faculties/faitu/kafedri/vm/studencheskie-olimpiady
6. Сайт Всероссийской студенческой физико-математической Олимпиады им. Г.Н. Шуппе: https://rsreu.ru/faculties/faitu/kafedri/vm/vserossijskaya-studencheskaya-fiziko-matematicheskaya-olimpiada-im-g-n-shuppe

УДК 517.922; ГРНТИ 27.29.15

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, НЕ РАЗРЕШЕННЫХ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОИЗВОДНОЙ

А.В. Кузнецов
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, alvikuz@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены методы решения дифференциальных уравнений, не разрешенные относительно производной. На содержательных примерах продемонстрированы методы решения уравнений Лагранжа, Клеро (для уравнений первого порядка), однородных и обобщенно-однородных уравнений (для уравнений высшего порядка).
Ключевые слова: дифференциальные уравнения, не разрешенные относительно производной, уравнение Клеро, дифференциальное уравнение Лагранжа, обобщенно-однородное дифференциальное уравнение.

SOLUTION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS THAT NOT RESOLVED WITH RESPECT TO THE DERIVATIVE

A.V. Kuznetsov
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, alvikuz@yandex.ru

The summary. In this paper methods of solving differential equations that are not resolved relative to the derivative were considered. The methods of solving equations of Lagrange, Cleraux (for first-order differential equations), homogeneous and generically homogeneous equations (for higher-order differential equations) are demonstrated in substantial examples.
Keywords: differential equations not resolved with respect to the derivatives, Cleraux equation, differential equation of Lagrange, generalized homogeneous differential equation.

В современном мире от инженера требуется владение глубокими знаниями и навыками, в том числе, математическими. Одним из выжных разделов является математическая теория дифференциальных уравнений. Это обязательная часть любого курса математики для технических спещиальностей. Дифференциальные уравнения находят применение при построении и исследовании математических моделей технических систем и процессов. Как правило, излагаемая часть теории касается случая дифференциальных уравнений, разрешенных относительно производной (старшей производной, в случае уравнения высшего порядка). Но возможны ситуации, когда выражение производной явно затруднительно или практически невозможно. В таких случаях применение стандартных методов решения дифференциальных уравнений сталкивается с серьезными трудностями [1]. В данной работе приведены методы позволяющие обойти указанные сложности в определенной степени. Разобраны примеры решения уравнения Лагранжа, Клеро и (обобщенно-) однородных дифференциальных уравнений высшего порядка.

Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной

1. Уравнение Лагранжа

Общий вид: $y = x\varphi(y') + \psi(y')$,

Покажем на конкретных примерах метод решения данного уравнения.

Задача 1. Найти решение уравнения

$$y = 2xy' - 4(y')^2.$$

Решение. Данное уравнение является уравнением Лагранжа. Введем вспомогательный параметр $p = y'$. Тогда

$$y = 2xp - 4p^2,$$

$$dy = pdx = 2xdp + 2pdx - 8pdp,$$

$$(8p - 2x)dp = pdx.$$

Поделив на дифференциал от параметра, получим стандартный вид линейного уравнения:

$$p\frac{dx}{dp} + 2x = 8p,$$

где $x = x(p)$. На первом шаге решаем соответствующее однородное линейное уравнение:

$$p\frac{dx}{dp} + 2x = 0.$$

Оно относится также и к дифференциальным уравнениям с разделяющимися переменными. Его общее решение имеет вид:

$$x = \frac{C}{p^2}.$$

На втором шаге методом вариации произвольной постоянной ищем решение линейного неоднородного уравнения в виде:

$$x(p) = \frac{C(p)}{p^2}.$$

Подставляя $x(p)$ и ее производную в исходное уравнение, находим $C(p)$:

$$C'(p) = 8p^2, C(p) = \frac{8}{3}p^3 + \bar{C}.$$

Теперь мы можем выписать решение

$$x(p) = \frac{8}{3}p + \frac{\bar{C}}{p^2},$$

а исходя из вида $y(p)$:

$$y(p) = 2xp - 4p^2 = \frac{4}{3}p^2 + \frac{2\bar{C}}{p}.$$

Таким образом, находится параметрический вид решения:

$$\begin{cases} x(p) = \frac{8}{3}p + \frac{\overline{C}}{p^2}, \\ y(p) = \frac{4}{3}p^2 + \frac{2\overline{C}}{p}, \ p \in \mathbb{R}. \end{cases}.$$

Надо заметить, что получить явный вид решения остается сложной проблемой.

2. Уравнение Клеро

Общий вид: $y = xy' + \varphi(y')$,

для объяснения метода решения рассмотрим следующую задачу:

Задача 2. Найти решение уравнения $y = xy' - (y')^2$.

Решение. Данное уравнение является уравнением Клеро. Аналогично предыдущему типу ведем вспомогательный параметр $p = y'$.

$$y = xp - p^2,$$

$$dy = pdx = xdp + pdx - 2pdp,$$

После сокращения подобных слагаемых получим равенство:

$$(x - 2p)dp = 0.$$

В отличие от предыдущего типа, здесь появляются две возможности:

$$1) \quad p = C,\ y' = C,\ y(x) = Cx - C^2,\ C \in \mathbb{R}.$$

Это общий случай. Но есть еще решение:

$$2) \quad \begin{cases} x = 2p, \\ y = p^2. \end{cases},\ p \in \mathbb{R}.$$

Это особое решение уравнения Клеро. Геометрически оно представляет собой огибающую семейства решений первого случая. Особое решение может быть выражено явно:

$$y(x) = \frac{x^2}{4}.$$

Дифференциальные уравнения высшего порядка

3. Дифференциальное уравнение высшего порядка, однородное относительно функции и ее производных

Общий вид однородного уравнения: $f\left(x, \frac{y'}{y}, \frac{y''}{y}, \ldots, \frac{y^{(n)}}{y}\right) = 0$.

Практически значимый метод определения однородности уравнения состоит в замене функции и ее производных в общем уравнении:

$$F\left(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n)}\right) = 0,$$

$$y \to ty,\ y' \to ty', \ldots, y^{(n)} \to ty^{(n)}.$$

Если в результате подобной подстановки параметр полностью сокращается, то уравнение является однородным.

Понижение порядка уравнения возможно с помощью замены:

$$y' = yu(x),\ u(x) = \frac{y'}{y}$$

$$y'' = y'u + yu' = yu^2 + yu' = y\left(u' + u^2\right),$$

$$y''' = y'\left(u' + u^2\right) + y\left(u'' + 2uu'\right) = y\left(u'' + 3uu' + u^3\right),$$

видим, что порядок уравнения понижается на единицу.

Задача 3. Найти решение уравнения

$$x^2 yy'' + \left(y'\right)^2 = 0.$$

Решение. Проверим, что данное уравнение является однородным.

$$x^2 tyty'' + t^2\left(y'\right)^2 = 0.$$

Очевидно, параметр полностью сокращается. Таким образом, уравнение является однородным. Введем новую функцию:

$$u(x) = \frac{y'}{y}$$

Проведя замены производных, указанные в общем случае, имеем:

$$x^2 y^2\left(u' + u^2\right) + y^2 u^2 = 0,$$

$$u' + u^2 + \frac{u^2}{x^2} = 0,$$

$$u' = -u^2 - \frac{u^2}{x^2},$$

Получено дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными. Решая его, получим функцию $u(x)$:

$$u(x) = \frac{x}{x^2 + C_1 x - 1}.$$

После этого остается сделать обратную замену переменной:

$$\frac{y'}{y} = \frac{x}{x^2 + C_1 x - 1}.$$

Это дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными. Решая его, получим общее решение:

$$\ln|y| = \frac{1}{2}\ln\left|x^2 + C_1 x - 1\right| - \frac{C_1}{2\sqrt{4 + C_1^2}}\ln\left|\frac{2x + C_1 - \sqrt{4 + C_1^2}}{2x + C_1 + \sqrt{4 + C_1^2}}\right| + C_2.$$

4. Обобщенно-однородное дифференциальное уравнение высшего порядка

Общий вид уравнения: $f\left(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n)}\right) = 0$.

Критерием обобщенной однородности является условие:

$$x \to tx, y \to t^s y, y' \to t^{s-1} y', y'' \to t^{s-2} y'', \ldots, y^{(n)} \to t^{s-n} y^{(n)},$$

тогда левая часть приобретает вид:

$$f\left(tx, t^s y, t^{s-1} y', t^{s-2} y'', \ldots, t^{s-n} y^{(n)}\right) = t^p f\left(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n)}\right),$$

где p – *показатель однородности* функции f, а s – *измерение однородности* для функции y. Если существует такой набор $\{p, s\}$, то уравнение относится к классу обобщенно-однородных уравнений. В этом случае подстановки имеют вид:

$$x = e^t,\ y = z(t)e^{st},\ y'(x) = \frac{y'_t}{x'_t} = \frac{z'e^{st} + sze^{st}}{e^t} = \left(z' + sz\right)e^{(s-1)t},$$

$$y''(x) = \frac{\left(y'_x\right)'_t}{x'_t} = \left(z'' + (2s-1)z' + s(s-1)z\right)e^{(s-2)t},$$

В случае выполнения указанных выше условий экспоненты полностью сокращаются и в уравнении отсутствует независимая переменная, что позволяет понизить его порядок на единицу. Рассмотрим следующую задачу:

Задача 4. Найти решение уравнения

$$x^2 y'' - 3xy' + 4y + x^2 = 0.$$

Решение. Проверим, что данное уравнение является обобщенно-однородным.

$$x \to tx, y \to t^s y, y' \to t^{s-1} y', y'' \to t^{s-2} y'',$$

$$t^2 x^2 t^{s-2} y'' - 3txt^{s-1} y' + 4t^s y + t^2 x^2 = 0.$$

Можно заметить, что при $s = 2$, в уравнении удается исключить переменную t. При этом $p = 2$. Проводим соответствующую замену:

$$x = e^t,\ y = z(t)e^{2t},\ y' = \left(z' + 2z\right)e^t,\ y'' = z'' + 3z' + 2z.$$

Подставляя эти выражения в дифференциальное уравнение, получим:

$$e^{2t}\left(z'' + 3z' + 2z\right) - 3e^t e^t\left(z' + 2z\right) + 4ze^{2t} + e^{2t} = 0.$$

Как видно, экспоненты могут быть полностью сокращены. Что приводит к виду:

$$z'' + 3z' + 2z - 3z' - 6z + 4z + 1 = 0.$$

$$z'' + 1 = 0,\ z' = -t + C_1,\ z(t) = -\frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2.$$

Совершая обратную замену, получим решение исходного уравнения:

$$y(x)=\left(-\frac{\ln^2 x}{4}+C_1\ln x+C_2\right)x^2.$$

Выводы. Методы решения дифференциальных уравнений, неразрешенных относительно производной, примененные к конкретным задачам, являются мощным дополнительным инструментом в исследовании математических моделей технических систем и физических процессов, применяемых в промышленности и экономике.

1. Тихонов А. Н, Васильева А.Б, Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. – М.: Издательство МГУ, 2005.

УДК 510:517; ГРНТИ 27.29+27.35

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЭЛЕМЕНТЫ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ»

Г.А. Кирюхина
Академия ФСО России,
Российская Федерация,Орёл, galina.kiriuhina.new@yndex.ru

Аннотация. В работе описаны методические особенности введения темы «Элементы операционного исчисления» в курсе дисциплины «Высшая математика» на первом году обучения; рассмотрены различные виды учебных занятий, на которых вводятся основные понятия данной темы; подробно представлены исторические сведения возникновения и развития операционного исчисления с указанием имен математиков и физиков, внесших значительный вклад в становление этого раздела математики, их жизни и деятельности, сделан акцент на особое значение русской научной школы; отмечена практическая направленность данной темы и перспектива применения при последующем обучении.
Ключевые слова: высшая математика процесс обучения, учебные занятия, операционное исчисление, исторические сведения.

METHODOLOGICALASPECTS OF STUDYING THE TOPIC «ELEMENTS OF OPERATIONALCALCULUS»

G.A.Kiryukhina
Academy of the FederalSecurityService of Russia,
RussianFederation,Orel, galina.kiriuhina.new@yndex.ru

The summary. The paper describes the methodological features of introducing the topic "Elements of Operational Calculus" in the course of the discipline "Higher Mathematics" in the first year of study; various types of educational activities are considered, during which the basic concepts of this topic are introduced; historical information about the emergence and development of operational calculus is presented in detail, including the names of mathematicians and physicists who made significant contributions to the development of this branch of mathematics, their lives, and activities; the special importance of the Russian scientific school is emphasized; and the practical relevance of this topic and its potential application in subsequent education is noted.
Keywords: higher mathematics, learning process, classes, operational calculus, historical information.

Раздел «Операционное исчисление» рассматривается при изучении темы «Дифференциальные уравнения и элементы операционного исчисления» в рамках дисциплины «Высшая математика» на первом году обучения. Данная тема заключительная, поэтому весь необходимый учебный материал уже рассмотрен, что дает возможность оперировать различными математическими утверждениями.

Несмотря на важность изучаемых понятий и прикладное значение учебный план предусматривает небольшое количество часов аудиторной и внеаудиторной работы: лекция,

групповое и практическое занятия (некоторое время назад учебных часов было в два раза больше).

На лекции и последующем групповом занятии традиционно наряду с основными теоретическими положениями рассматривается историческая справка зарождения и развития операционного исчисления в зарубежной и отечественной научных школах.

Развитие теории операционного исчисления происходило в XIX-XX вв., но ее основы заложил Г.В. Лейбниц, разработав символический метод дифференцирования и интегрирования. В последствии рассмотренные им обозначения дифференциала и интеграла позволили представлять операторы как алгебраические величины. Лейбниц рассматривал операцию нахождения разности как аналог производной, а обратную ей – как интеграл, заложив основу для понимания производной как оператора [1]. Через десятилетия это стало истоком создания абстрактных методов решения дифференциальных уравнений и конкретно самого операционного исчисления.

Благодаря Лейбницу, Лагранжу и Эйлеру в математическом анализе появилась возможность развития операторных методов.

Неоценимый вклад в развитие операционного исчисления внес английский физик и математик О. Хевисайд. Он разработал операторные методы для решения электротехнических задач, позволяющие решать сложные дифференциальные уравнения, переводя их в уравнения алгебраические. Хевисайд предложил использовать операторы (в его понимании) для анализа переходных процессов в электрических цепях. Это позволило развить не только электротехнику, но и многие другие технические практические задачи.

Оливер Хевисайд прожил сложную жизнь. Его считают «самоучкой», так как он занимался самообразованием, бросив школу за нехватки денег в семье. Несмотря на жизненные трудности Хевисайд стал заниматься научными исследованиями. В этом ему «помогли» его природные способности, склад ума, а также благоприятное стечение обстоятельств, приведшие Оливера в развивающуюся отрасль кабельного телеграфирования и увлекшие его разрешением проблем электрических измерений и передачи сигналов [2].

На работы Хевисайда обратили внимание такие гении того времени, как лорд Кельвин (У. Томсон) и лорд Д.К. Максвелл. Кстати, сложные и громоздкие уравнения Максвелла, описывающие электромагнитные явления, Хевисайд решил переписать, используя простую векторную алгебру (и это ему удалось).

Методы Хевисайда для решения физических и технических задач получили строгое математическое обоснование в XX в. благодаря работам Б. Бромвича, Дж. Карсона, П. Леви, Б. ван дер Поля.

Особое внимание обучающихся обращается на работы М.Е. Ващенко-Захарченко, развивавшего символическое исчисление. Этот математик был достойным представителем русской и малороссийской научной школы, автором книги «Символическое исчисление и приложение его к интегрированию линейных дифференциальных уравнений» [3].

В это же время над аналогичными проблемами работал русский математик А.В. Летников – член-корреспондент Императорской Санкт-Петербургской академии наук, основатель Московского математического общества, автор книги «Об условиях интегрируемости некоторых дифференциальных уравнений» [4].

Вклад в развитие операционного исчисления также внес русский математик Н.М. Крылов – член-корреспондент нескольких Академий наук и член иностранных математических и физических обществ, занимавшийся вопросами теории нелинейных колебательных процессов и приближенным интегрированием дифференциальных уравнений математической физики [5].

Далее развитие операционного исчисления было продолжено в работах польского математика Я. Микусинского, который предложил алгебраический подход к этой теории, основанный на свертке функций с применением преобразований Фурье (изученных обучающи-

мися в предыдущей теме). Свертка переводит интегрирование в простое произведение изображений Лапласа. Она применяется для решения интегральных и дифференциальных уравнений, позволяя находить оригинал сложного произведения изображений. Новаторский подход Микусинского к операционному исчислению даже был назван методом его имени.

В XX веке операционное исчисление получило не только теоретическое обоснование, но и указало различные пути применения в различных технических областях. Отметим вклад В.А. Диткина – советского математика, специалиста в области функционального анализа и вычислительной математики и А.П. Прудникова – советского и российского математика, возглавлявшего Экспертный Совет ВАК России по математике, основателя и главного редактора журнала «Integral Transformations and Special Functions», специалиста в области интегральных преобразований и теории некоторых обобщений операционного исчисления. Под руководством В. А. Диткина А. П. Прудников занимался операционным исчислением и его приложениями к техническим задачам, в частности, задачам термодинамики. За работы по операционному исчислению В. А. Диткин, А. П. Прудников и В.П. Маслов были удостоены в 1978 г. Государственной премии. Эти замечательные русские ученые занимались прикладными исследованиями, разрабатывали аналитические и численные методы с целью оптимизации и решения технических задач, принимали участие в создании математических моделей, алгоритмов, программ и номограмм для медицинских исследований, в частности, для оценки профессионального здоровья летного состава [6].

В.М. Глушков – основатель советский кибернетики, внес во второй половине XX в. существенный вклад в развитие операционного исчисления через создание теории систем алгоритмических алгебр, основанной на взаимодействии управляющего и операционного автоматов с формализацией и автоматизацией сложных кибернетических систем. Его двухосновная алгебраическая система объединила алгебру операторов и алгебру логических условий [7]. Она была успешно применена при разработке структуры ЭВМ серии «МИР», ориентированных на инженерные расчеты. Хотя сам термин «операционное исчисление» чаще относится к методам, использующим преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений, Глушков использовал абстрактные операторы для формального описания и оптимизации алгоритмов…

Такой подробный рассказ преподавателя, предшествующий рассмотрению основных аспектов вводимой темы, бывает очень интересен обучающимся. Он сопровождается красочной компьютерной презентацией с иллюстрацией портретов великих ученых, формулировками технических задач, графиками различных зависимостей и их решения и пр. Специальная программа позволила не только визуализировать портретный ряд, но и «оживить» эти рисунки и фотографии: движение создает впечатление, что передается эстафетная палочка как символ развития операционного исчисления.

Фрагменты такого видеоролика содержат также информацию о практических применениях рассматриваемой темы. Это и анализ динамических систем, и теория обработки электрических сигналов, и электротехника.

Далее вводится определение оригинала (первоначальной функции) $f(t)$ с перечислением его условий и указанием физического смысла этих условий. Одно из них: функция $f(t)$ определена при неотрицальных значениях действительного аргумента t (или определена при всех t, но при отрицательных значениях тождественно равна нулю). Объясняется это допущение тем, что в физических и технических задачах бывает совершенно неважно, как ведет себя функция до некоторого «нулевого» момента времени. Обучающиеся считают этот факт занимательным, ведь мало кто со школьных времен задумывался, решая физическую задачу с начальными условиями, например, при $t_0 = 0$ скорость материальной точки $v_0 = 0$ м/с, а что же было до того?

Затем определяется изображения $F(p)$ оригинала $f(t)$ – комплексную функцию комплексного переменного $p = x + iy$; указываются взаимосвязь действительной функции дейст-

вительного аргумента и комплексной функции комплексного аргумента, которая ранее не изучалась, и расширение возможностей приложения математического аппарата к решению задач математики, физики, техники.

При формулировке определений преобразования Лапласа $L\left[f(t)\right]$ и операционного исчисления как раздела математики проводится аналогия с дифференцированием и интегрированием функций, ведь принцип операций аналогичен.

Интегральное преобразование Лапласа является мощным математическим инструментом, переводящим сложные дифференциальные уравнения действительного переменного (в основном, на временной области) в более простые алгебраические уравнения в области комплексной.

Формулировка и доказательство основных теорем операционного исчисления позволяют вывести основные формулы операционного исчисления, заполнить «Таблицу оригиналов и изображений» и «Таблицу операций» и решать задачи на последующем практическом занятии. Формулируется теорема Хевисайда (простейший случай) о восстановлении оригинала изображения, являющегося правильной рациональной дробью, корни знаменателя которой действительные различные. Для других изображений используется метод неопределенных коэффициентов.

На практическом занятии рассматриваются примеры нахождения изображений оригиналов и восстановления оригиналов по изображениям, вырабатываются умения и формируются навыки решения дифференциальных уравнений и их систем операторным методом (аналогичные задачи входят в домашнее контрольное задание, выполняемое обучающимися во внеаудиторное время), отмечается важное значение операционного исчисления как аппарата, позволяющего решать сложные технические задачи более простыми алгебраическими методами. Похожий подход был ранее рассмотрен в курсе высшей алгебры при изучении изоморфных преобразований.

Особый акцент делается на прикладной направленности данной темы при дальнейшем обучении на технических кафедрах академии. Отмечается, что операционное исчисление незаменимо для решения линейных дифференциальных уравнений и задач механики, исследования колебательных процессов, в теории электрических сигналов и теплопередачи, в спектральном анализе, фильтрации и передаче данных, в радиотехнике, электротехнике и электронике, анализе дискретных систем и построении цифровых фильтров.

Однако указываются не только достоинства *L*-преобразования, но и его недостатки, проводится сравнительный анализ с *Z*-преобразованием.

Библиографический список

1. Большая российская энциклопедия: Операционное исчисление. – Москва : научное издательство «Большая российская энциклопедия», 2004 г.

2. Hant, Bruce J. «Imperial Science: Cable Telegraphy and Electrical Physics in the Victorian British Empire», 2021 г.

3. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Ващенко-Захарченко,_Михаил_Егорович?ysclid=mm3tmc26fg824953399

4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Летников,_Алексей_Васильевич?ysclid=mm3torqe2a471154396

5. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Крылов,_Николай_Митрофанович?ysclid=mm3trcz5wu877847907

6. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Прудников,_Анатолий_Платонович?ysclid=mm3ttcqsr4260067297

7. https://glushkov.su/?ysclid=mm3tv07ai3789946817

СЕКЦИЯ «ОСОБЕННОСТИ ВОЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ»

УДК 378; ГРНТИ 14.35.

КЕЙС-МЕТОД В ФОРМИРОВАНИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КУРСАНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ОГНЕВОЙ ПОДГОТОВКЕ

К.А. Лихоманов
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище,
Российская Федерация, Рязань, leeko19790904@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена применению кейс-метода для развития познавательной активности курсантов на занятиях по огневой подготовке. Автор рассматривает кейс как катализатор интеллектуальной деятельности, который переводит обучаемых из пассивной позиции в активную, формируя у них аналитическое мышление при решении огневых задач и управлении огнём. В работе раскрывается психолого-педагогический механизм влияния метода, предлагаются принципы конструирования профессионально аутентичных кейсов и трёхуровневая типология (аналитико-рефлексивные, тактико-проектировочные, комплексно-ситуативные). Детально описывается технология проведения занятия – от самостоятельного анализа до групповой дискуссии и рефлексии. В заключении делается вывод о высоком дидактическом потенциале метода для подготовки будущих офицеров, способных принимать обоснованные решения в условиях неопределённости.
Ключевые слова: метод кейсов, познавательная активность, курсанты, военный вуз, огневая подготовка, тактическое мышление, проблемное обучение, педагогическая технология.

USING THE CASE METHOD TO DEVELOP COGNITIVE ACTIVITY IN CADETS DURING FIRE TRAINING

K. A. Likhomanov
Ryazan Guard Higher Airborne Command School,
Russia, Ryazan, leeko19790904@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the application of the case method for developing cognitive activity in cadets during fire training classes. The author considers the case as a catalyst for intellectual activity that shifts learners from a passive to an active position, fostering their analytical and tactical thinking. The work reveals the psychological and pedagogical mechanism of the method's influence, proposes principles for constructing professionally authentic cases, and presents a three-level typology (analytical-reflective, tactical-design, complex-situational). The technology for conducting a lesson – from independent analysis to group discussion and reflection – is described in detail. In conclusion, it is argued that the method has high didactic potential for training future officers capable of making informed decisions under uncertain conditions.
Keywords: case method, cognitive activity, cadets, military university, fire training, tactical thinking, problem-based learning, pedagogical technology.

Введение

Современная парадигма военного образования ставит во главу угла развитие не только профессиональных навыков, но и комплексных интеллектуальных способностей будущего офицера, среди которых особое место занимает познавательная активность. Познавательная активность понимается как интегративное качество личности, проявляющееся в мотивированной, инициативной и самостоятельной деятельности, направленной на приобретение знаний, анализ ситуаций и поиск решений профессиональных задач. В контексте огневой подготовки традиционные репродуктивные методы обучения, сфокусированные на отработке нормативов (практических действий при оружии), зачастую оказываются недостаточными для пробуждения и поддержания устойчивой познавательной активности курсантов. Это создает противоречие между необходимостью развития гибкого, аналитического мышления и существующей методической базой.

Выходом из данной ситуации может стать внедрение инновационных педагогических технологий, способных трансформировать учебный процесс. Одной из наиболее эффективных среди них является метод конкретных ситуаций (ситуационных задач), или кейс-метод, потенциал которого в формировании ПА в условиях военного вуза требует детального изучения и методической адаптации.

Цель статьи – теоретически обосновать и раскрыть дидактический потенциал метода кейсов как инструмента формирования и развития познавательной активности курсантов в процессе обучения огневой подготовке.

Задачи:

1) на основе теоретического анализа психолого-педагогической литературы и собственного опыта разработать и выявить дидактические основы применения кейс-метода в огневой подготовке;

2) разработать типологию учебных кейсов по огневой подготовке и определить критерии сформированности познавательной активности курсантов.

Обзор литературы

Как отмечают многие авторы, военное образование формирует особую педагогическую среду, где сам характер обучения – его строгая регламентированность, практико-ориентированность и неразрывная связь учебной и служебной деятельности – создаёт уникальные условия для целенаправленного развития познавательной активности курсантов [1, с. 128].

Ряд исследований посвящён психолого-педагогическим аспектам этой проблемы. Так, Ж. В. Четвертакова, анализируя активизацию познавательной деятельности, делает акцент на необходимость учета всех видов и качеств внимания – от непроизвольного до послепроизвольного, его концентрации, устойчивости и распределения [2]. Другие авторы фокусируются на специфических контекстах: А. В. Штокало изучает развитие активности у первокурсников [3], а А. Е. Саплина, В. П. Сорокин и В. А. Исламов рассматривают этот процесс в условиях сокращённых сроков обучения [4].

Важным направлением стало исследование психологических условий развития самостоятельности. И. А. Алехин, Н. А. Давыдов и их соавторы обосновали комплекс таких условий, включающий целенаправленную профессиональную мотивацию, совершенствование взаимодействия «преподаватель-курсант» и нацеленность на согласованные образовательные результаты через интерактивные технологии [5]. Практическим путям интенсификации образовательного процесса и повышения активности в стенах военного вуза посвящены работы А. В. Ракло, В. А. Солопова и А. Е. Гарьковенко [6]. Вопросы применения конкретных методов также нашли своё отражение: роль интерактивного обучения раскрыта Ш. Ш. Пирогла-новым, И. С. Анцуповым и В. А. Тимофеевым [7], а В. Ф. Васильченков детально анализирует методики активизации познавательной деятельности непосредственно на лекционных занятиях [8].

Отдельного внимания заслуживает развитие высших интеллектуальных функций. По мнению А. А. Микерина, «формирование и развитие аналитического мышления в процессе обучения является одним из важных аспектов, влияющим на формирование будущего офицера как профессионала, готового решать нестандартные задачи в будущей служебной деятельности быстро и качественно» [9, с. 228]. Не остался без внимания и кейс-метод: его особенности применения в военном вузе описаны Т. А. Верняевой [10], а педагогические функции определены З. И. Лаврентьевой [11].

Несмотря на значительный объём исследований, посвящённых общей проблематике познавательной активности в военном образовании, целенаправленное использование кейс-метода для её развития непосредственно в рамках дисциплины «Огневая подготовка» изуче-

но явно недостаточно. Этот методический пробел и определяет научную нишу и актуальность настоящего исследования.

Психолого-педагогические основания формирования познавательной активности через кейс-метод

Формирование познавательной активности – это глубокий и многогранный процесс, который зиждется на трёх ключевых опорах: искренней внутренней мотивации обучающегося, личностной значимости для него самой деятельности и постоянном столкновении с содержательными проблемными ситуациями. Именно в этом контексте кейс-метод раскрывает свой фундаментальный педагогический потенциал, поскольку по самой своей сути он является классической технологией проблемного обучения. Работа с кейсом – то есть с детально прописанным случаем или ситуацией – заключается в том, что курсанты погружаются в анализ сложной, зачастую неоднозначной истории, максимально приближенной к реальности их будущей служебно-боевой деятельности, и самостоятельно ищут в ней оптимальное, взвешенное решение.

Механизм влияния этого метода на пробуждение и развитие познавательной активности происходит как последовательная цепь взаимосвязанных этапов. Всё начинается с создания интеллектуального вызова. Реалистичный кейс, в котором нет очевидного, «учебникового» ответа, изначально ставит курсанта в состояние лёгкого познавательного диссонанса – ощущения, что известных знаний недостаточно, а ситуация требует разгадки. Это ощущение неудовлетворённости и становится мощным внутренним стимулом, потребностью этот диссонанс преодолеть.

Далее запускается активная мыслительная работа. Для того чтобы распутать клубок предложенных обстоятельств, курсанту приходится мобилизовать и синтезировать знания из самых разных областей: тактики, огневой подготовки, положений общевоинских уставов. Эти знания нужно не просто вспомнить, а критически переоценить, примерить к конкретным условиям, выдвинуть на их основе рабочие гипотезы и мысленно проверить их на прочность. В этот момент обучение перестаёт быть абстрактным.

Следующий, возможно, самый важный этап – это порождение личностного смысла. Когда курсант осознаёт, что решает не учебную головоломку, а модель реальной проблемы, от которой может зависеть выполнение боевой задачи или даже спасение жизней, его деятельность наполняется глубокой внутренней значимостью. Понимание «зачем это мне» и «почему это важно» трансформирует внешнее задание во внутреннюю потребность, рождая устойчивую мотивацию к познанию.

Завершает этот цикл развитие рефлексии и саморегуляции. Коллективное обсуждение, в ходе которого приходится не только защищать своё решение, но и критически оценивать предложения (действия) товарищей, заставляет курсанта постоянно анализировать ход собственных мыслей. Он начинает задавать себе вопросы: на чём я основывал свой выбор? где была слабина в моей аргументации? почему я не учёл тот фактор? Эта внутренняя работа по самоанализу и корректировке собственных мыслительных стратегий и есть высшее проявление сформированной познавательной активности.

Таким образом, хорошо составленный кейс выполняет роль не обычного учебного задания, а своеобразного катализатора интеллектуальной деятельности. Он совершает ключевой перевод: из пассивной позиции «получателя знаний», ожидающего инструкций, курсант переходит в активную, ответственную позицию «исследователя-практика», который самостоятельно ищет, анализирует, принимает решения и извлекает из этого опыт.

Дидактические основы применения кейс-метода в огневой подготовке

Эффективное применение кейс-метода – это не разовая акция, а целостная система, требующая тщательного проектирования и последовательной реализации. Предлагаемая модель строится на двух фундаментальных компонентах, которые обеспечивают глубину и поступательность обучения.

В основе успеха лежат принципы отбора и конструирования самих кейсов. Каждая ситуация должна быть профессионально аутентичной, то есть взята из реальной практики войск. Это могут быть адаптированные отчёты о конкретных боевых ситуациях («Тактика в боевых примерах»), отчёты о проведённых командно-штабных учениях, или проверенные примеры повседневной деятельности войск, которые придают обучению необходимую достоверность и остроту. При этом кейс обязан быть проблемно насыщенным – в его сердцевине должно лежать скрытое противоречие или сложная дилемма, например, конфликт между тактической необходимостью открыть прицельный огонь и высоким риском причинения вреда гражданским лицам. Такая неоднозначность заставляет курсантов напрягать аналитические способности, а не искать шаблонные ответы.

Не менее важен баланс в подаче информации. С одной стороны, описание должно содержать все необходимые для анализа данные: тактические схемы (исходная обстановка), технические характеристики (боевые свойства) вооружения, алгоритмы решения огневых задач, исходные установки для стрельбы (непосредственно в момент решения кейса). С другой, уместно включать и так называемый «информационный шум» – избыточные или второстепенные детали, которые тренируют у будущих офицеров критический навык фильтрации данных и выделения сути в условиях скоротечности современного боя. Наконец, принципиальной чертой качественного кейса является открытость его итога. В реальной боевой обстановке редко существует единственно верное решение; поэтому и в учебной ситуации курсанты должны сталкиваться с необходимостью выбора из нескольких рациональных, но имеющих разные последствия вариантов, что развивает гибкость мышления и готовность нести ответственность за свой выбор.

Второй ключевой компонент модели – это продуманная типология кейсов, которая соответствует разным этапам обучения и постепенно усложняет познавательные задачи. На начальном этапе эффективны кейсы-иллюстрации. Их цель – на конкретном, часто историческом, примере показать курсантам непосредственную связь сухих теоретических знаний из уставов и наставлений с живой практикой, продемонстрировав, как эксперт анализировал ситуацию и к какому решению пришёл.

Основной же рабочей единицей становятся кейсы-проблемы. Именно они составляют ядро метода. Курсантам предоставляется незавершённая, «замороженная» в кульминационный момент ситуация. Их миссия – самостоятельно провести диагностику, выявить корень проблемы и разработать детальный план действий. Этот тип кейсов в полной мере запускает механизмы анализа, синтеза и принятия решений. Наиболее сложным и комплексным форматом являются кейсы-проекты. Здесь курсанты выходят за рамки простого принятия тактического решения (ситуационной задачи). От них требуется детально проработать весь алгоритм его реализации: спланировать внутреннее и внешнее взаимодействие подразделений, провести необходимые тактические расчёты, оформить карточки огня (схемы опорных пунктов) для умелого управления огнем своих подразделений. Такой кейс максимально приближает учебный процесс к реальной командирской работе, интегрируя знания из разных дисциплин и развивая проектные и управленческие компетенции.

Типология кейсов для огневой подготовки

Предлагается трехуровневая типология, соответствующая этапам обучения и уровням сложности формируемых умений (Таблица).

Таблица. Типология учебных кейсов по огневой подготовке

Тип кейса	Цель применения	Содержательная доминанта	Уровень мышления	Пример
I. Аналитико-рефлексивный	Формирование умения анализировать готовые решения, выявлять ошибки и успешные практики	Разбор реального или учебного инцидента (последействие). Фокус на оценке принятых решений	Анализ, оценка, рефлексия	«Проанализируйте действия снайпера в ходе контртеррористической операции в г. Н. (на основе имеющихся материалов). Какие тактико-технические факторы обусловили успех/неудачу?»
II. Тактико-проектировочный	Развитие умения принимать тактико-огневое решение в заданных условиях	Тактический сценарий с четкими вводными. Требуется разработать план применения огневых средств	Применение, синтез, проектирование	«Ваш взвод (отделение) обороняет позицию…. Составьте карточку огня (схему ВОП), назначьте секторы обстрела расчету ПТРК, пулемету и стрелкам, определите порядок самостоятельного ведения огня по рубежам»
III. Комплексно-ситуативный (интегративный)	Формирование способности действовать в динамичной, неопределенной обстановке, интегрируя знания из разных дисциплин	Развивающаяся, многофакторная ситуация с элементами неожиданности. Может включать этические и правовые дилеммы	Системный анализ, стратегическое мышление, управление в кризисе	«При блокировании НВФ в н.п. Н… группа попала под огонь из дома, где есть гражданские. Связь с командиром потеряна. Один боец ранен. Разработайте алгоритм действий на ближайшие 10 минут, учитывая задачу группы, а также соотношение сил и средств в бою»

Как проходит занятие с кейсом? Занятие строится как последовательное погружение в проблему – от личного размышления до коллективного анализа и итоговых выводов. Это живой процесс, в котором курсанты становятся главными действующими лицами.

Первый шаг: самостоятельный разбор. Каждый курсант получает материалы кейса – описание ситуации, схемы, данные. Задача на этом этапе – лично разобраться в исходной обстановке, выделить главные факты, понять, в чём суть проблемы, и для себя сформировать первоначальный взгляд на решение. Это время тишины, анализа и личной ответственности за свою позицию.

Ядро метода: работа в малой группе. Курсанты объединяются в небольшие команды. Здесь начинается самое интересное – обмен мнениями. Поскольку взгляды у всех разные, неизбежно возникают споры, каждый отстаивает свою точку зрения, ищет аргументы, пытается убедить других. Задача команды – не просто найти любое решение, а договориться, прийти к общему, наиболее убедительному варианту. Преподаватель на этом этапе не учитель в привычном смысле, а скорее помощник в дискуссии: он задаёт наводящие вопросы, помогает расставить акценты, но не подсказывает готовых ответов.

Публичная защита и общая дискуссия. Каждая команда представляет своё решение всей аудитории – кратко, чётко, с аргументами. После этого начинается открытое обсужде-

ние: команды задают друг другу вопросы, подвергают решения критике, ищут слабые места, предлагают альтернативы. Это момент высокой интеллектуальной вовлечённости и настоящей «полемики по-взрослому».

Подведение итогов и осмысление опыта. Финальное слово – за преподавателем, но его роль здесь не сводится к выставлению оценки «правильно/неправильно». Он помогает систематизировать всё услышанное: какие подходы были предложены, какие аргументы оказались сильнее, какие регламентирующие (нормативные) нюансы были упущены. Самое важное на этом этапе – рефлексия. Курсанты вместе с преподавателем анализируют не только саму ситуацию, но и как они думали, какие ошибки в логике допустили, что узнали нового о себе и о работе в команде. Этот этап превращает разбор конкретного случая в ценный личный и профессиональный опыт.

Критерии оценки сформированности познавательной активности. Эффективность применения метода оценивается по комплексу показателей, выходящих за рамки предметных знаний: повышение интереса к дисциплине, инициативность в поиске дополнительной информации, эмоциональная вовлеченность в обсуждение; глубина анализа ситуации, умение выявлять скрытые взаимосвязи, качество аргументации, скорость генерации альтернативных решений; способность переносить освоенные модели мышления на новые, незнакомые ситуации, участие в проектной и исследовательской работе; адекватность самооценки, умение критически оценивать как свои решения, так и предложения коллег, способность извлекать уроки из анализа.

Заключение

Метод кейсов представляет собой мощный дидактический инструмент для целенаправленного формирования познавательной активности курсантов в рамках огневой подготовки. Он позволяет преодолеть ограничения традиционных методов, создавая среду, в которой учебная деятельность по своей структуре и напряженности приближается к реальной служебно-боевой. Системное применение кейс-метода способствует развитию у будущих офицеров критического и тактического мышления, навыков анализа, принятия решений в условиях неопределенности и командного взаимодействия, что является неотъемлемой частью их профессиональной компетентности в современном динамичном мире.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку цифрового банка стандартизированных кейсов и оценку долгосрочного эффекта метода на профессиональное становление выпускников.

Библиографический список

1. Лихоманов К.А. Познавательная активность курсантов военного вуза: содержательная сущность и структура // ЦИТИСЭ. 2025. № 4. С. 120-131.

2. Четвертакова, Ж. В. Теоретические аспекты активизации познавательной деятельности курсантов военных вузов / Ж. В. Четвертакова // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. – 2023. – № 1(43). – С. 110-114. – EDN CVWEFV.

3. Штокало, А. В. Развитие познавательной активности курсантов первого курса военного вуза / А. В. Штокало // ЦИТИСЭ. – 2024. – № 4(42). – С. 447-455. – EDN KLJICD.

4. Саплина, А. Е. Познавательная активность курсантов военного учебного заведения в условиях сокращенного срока обучения / А. Е. Саплина, В. П. Сорокин, В. А. Исламов // Актуальные проблемы оздоровительной и адаптивной культуры и спорта. Вопросы организации образовательного процесса в вузе с учётом опыта СВО : Материалы межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25 апреля 2025 года. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2025. – С. 206-210. – EDN QDMUUW.

5. Психологические условия развития познавательной самостоятельности обучающихся на основе интерактивных дидактических технологий / И. А. Алехин, Н. А. Давыдов, А. В. Деникин, А. Д. Лазукин // Мир образования - образование в мире. – 2021. – № 3(83). – С. 146-155. – DOI 10.51944/2073-8536_2021_3_146. – EDN HBQXBG.

6. Ракло, А. В. Повышение познавательной активности обучающихся в условиях военного вуза / А. В. Ракло, В. А. Солопов, А. Е. Гарьковенко // Проблемы современного педагогического образования. – 2025. – № 86-3. – С. 244-248. – EDN NKUMGY.

7. Пирогланов, Ш. Ш. Роль методов интерактивного обучения в процессе активизации познавательной деятельности курсантов военного вуза / Ш. Ш. Пирогланов, И. С. Анцупов, В. А. Тимофеев // Проблемы современного педагогического образования. – 2025. – № 86-3. – С. 231-234. – EDN TVHKUT.

8. Васильченков, В. Ф. Методы повышения познавательной активности курсантов на лекциях / В. Ф. Васильченков // Интеграция науки и образования в системе подготовки военных специалистов : Сборник научных трудов по материалам III Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 21 октября 2022 года / Отв. редактор Т.В. Ларина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2022. – С. 24-29. – EDN PJKYGJ.

9. Микерин А.А. Аналитическое мышление в профессиональной подготовке курсантов военного вуза // ЦИТИСЭ. 2025. № 4. С. 221-231.

10. Верняева, Т. А. Применение кейсового метода в обучении курсантов военного вуза / Т. А. Верняева // Инновационные технологии в педагогике высшей школы : Материалы VII Международной межвузовской научно-методической конференции, Санкт-Петербург, 25 декабря 2020 года. – Санкт-Петербург, Петергоф: Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва" Министерства обороны Российской федерации, 2021. – С. 153-158. – EDN UVCJYF.

11. Лаврентьева, З. И. Функции использования кейсов в военной педагогике / З. И. Лаврентьева // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – № 2(93). – С. 39-41. – DOI 10.24412/1991-5497-2022-293-39-41. – EDN FLQWPM.

УДК 378.147:004.9 + 355.23:004.9; ГРНТИ 14.35.07

ЦИФРОВОЙ ПОЛИГОН МАТЕРИАЛОВЕДА: АДАПТИВНЫЕ СИМУЛЯЦИИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС РОССИИ

Л.Р. Шарифуллина

Московский городской педагогический университет,
Российская Федерация, Москва, L.sharifullina@agz.50.mchs.gov.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке концепции «Цифрового полигона материаловеда» для подготовки специалистов МЧС России. Цель – преодолеть разрыв между теорией и практикой в изучении дисциплин о материалах в военных вузах. Предлагается синтез адаптивных обучающих систем на базе ИИ и иммерсивных VR-симуляторов, моделирующих поведение материалов в условиях ЧС. Модуль трансформирует обучение, формируя у курсантов навыки анализа рисков и принятия решений в смоделированной экстремальной среде, что повышает безопасность и эффективность подготовки спасательных кадров.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, военное образование МЧС России, материаловедческая подготовка, адаптивное обучение, имитационно-моделирующие комплексы, виртуальная реальность (VR), искусственный интеллект в образовании, педагогический дизайн, профессиональные компетенции.

DIGITAL LANDFILL OF A MATERIALS SCIENTIST: ADAPTIVE SIMULATIONS IN THE TRAINING OF SPECIALISTS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

L.R. Sharifullina

Moscow City University,
Russia, Moscow, L.sharifullina@agz.50.mchs.gov.ru

The summary. The article is devoted to the development of the concept of the "Digital Landfill of a materials scientist" for the training of specialists of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The goal is to bridge the gap between theory and practice in the study of materials sciences. A synthesis of adaptive learning systems based on AI and immersive VR simulators that simulate the behavior of materials in emergency situations is proposed. The module transforms training by developing cadets' risk analysis and decision-making skills in a simulated extreme environment, which increases the safety and effectiveness of rescue personnel training.

Keywords: digital educational environment, military education of the Russian Ministry of Emergency Situations, materials science training, adaptive learning, simulation and modeling complexes, virtual reality (VR), artificial intelligence in education, pedagogical design, professional competencies.

В контексте цифровой трансформации военного образования особую значимость приобретает подготовка специалистов МЧС России, чья профессиональная деятельность напрямую связана с анализом рисков и поведением материалов в экстремальных условиях. Целью работы является теоретическое обоснование и разработка архитектуры специализированного образовательного модуля «Цифрового полигона материаловеда», предназначенного для преодоления разрыва между теоретическим изучением материаловедческих дисциплин и практическими требованиями к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Исследование базируется на концепции цифровой образовательной среды (ЦОС) и принципах педагогического дизайна. Используются методы теоретического анализа, моделирования педагогических процессов и экспертных оценок. Работа опирается на современные исследования в области цифровизации военного образования, дидактики и применения имитационных технологий. На практике используют три схемы передачи информации [1]. Анализ современных исследований показывает, что цифровизация военного и специального образования перестала быть перспективой и превратилась в императив развития [2]. Однако, как отмечают Ковтуненко Л.В. и Белошицкий А.В., процесс этой трансформации носит неравномерный характер и сталкивается с системными проблемами, среди которых – разрыв между техническим внедрением цифровых инструментов и их педагогически осмысленной интеграцией в образовательный процесс [3]. В качестве концептуальной основы для подобной интеграции в работах последних лет всё чаще фигурирует понятие «цифровая образовательная среда» (ЦОС). Зонненберг Ю.Е. определяет ЦОС военного вуза как системное единство информационных ресурсов, технологических средств и педагогических практик, ориентированное на достижение новых образовательных результатов [4]. При этом исследователи единодушно выделяют ключевые вызовы, стоящие перед такой средой: необходимость обеспечения кибербезопасности, преодоление цифрового сопротивления части преподавательского состава, а также риск подмены педагогических целей технологическими средствами [5]. В контексте материаловедческой подготовки для силовых структур, к которым относится МЧС России, эти вызовы обостряются. Как справедливо указывает Бауэр В.П., традиционные методы обучения курсантов (лабораторные работы, расчётные задания) зачастую не формируют компетенцию антиципации – способности прогнозировать поведение материалов и конструкций в нештатных, экстремальных условиях [6]. Этот диссонанс между условно-статичным учебным контентом и динамичной, риск-ориентированной профессиональной деятельностью требует новых дидактических решений. Соколова И.И. и Островский Ю.Н. подчёркивают, что в цифровую эпоху необходим пересмотр самих дидактических основ, смещение акцента с передачи знаний на проектирование ситуаций, в которых эти знания конструируются и применяются для решения практико-ориентированных задач [7]. Одним из наиболее перспективных направлений преодоления указанного разрыва является применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) и адаптивного обучения. Ренсков А.А. с соавторами на примере военной академии связи демонстрируют потенциал ИИ для персонализации траекторий обучения и автоматизации контроля, что высвобождает ресурс преподавателя для более глубокой методической и консультационной работы [8]. Однако, как показывает анализ литературы, адаптивные системы в отрыве от контекста будущей профессиональной деятельности рискуют остаться лишь продвинутыми тренажёрами для решения типовых задач. Вторым критически важным направлением выступает имитационное моделирование и технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Несмотря на очевидную актуальность для подготовки спасателей, способных работать в условиях разрушений,

пожаров и техногенных катастроф, тематика специализированных VR-симуляторов для материаловедческой подготовки в литературе, посвящённой именно образованию МЧС, освещена фрагментарно. Существующие исследования, как правило, делают акцент на общих принципах цифровизации [9] или на тренажёрах для отработки конкретных навыков (например, тушение пожара), оставляя в стороне глубокую инженерно-расчётную составляющую.

Таким образом, в современном научном дискурсе сформирована убедительная теоретическая база по отдельным компонентам цифровизации военного образования:

– концепциям ЦОС [4, 5];
– проблемам трансформации педагогического процесса [3, 7, 10];
– применению отдельных технологий, таких как ИИ [8].

Выявленным пробелом является недостаточная проработка вопросов целенаправленного синтеза адаптивных систем и высокоточных имитационных комплексов для формирования специфических прогностических и аналитических компетенций в предметных областях с высокой ценой ошибки, к которым, безусловно, относится материаловедение в контексте безопасности жизнедеятельности и ликвидации ЧС. Данная работа призвана внести вклад в заполнение этого пробела путём предложения целостной модели «Цифрового полигона», органично интегрирующего анализируемые в литературе компоненты в новую педагогическую конструкцию.

Для преодоления выявленных в обзоре литературы противоречий между традиционными методами обучения и требованиями к компетенциям специалиста МЧС России предлагается концепция «Цифрового полигона материаловеда». Данная модель представляет собой целостную интеллектуальную образовательную экосистему, архитектура которой основана на принципе концентрического наращивания сложности и включает три взаимосвязанных технологически-педагогических контура (рисунок 1).



Рис. 1. Архитектура «Цифрового полигона материаловеда»

Адаптивный теоретико-расчетный контур – это базовый уровень. Данный контур реализуется на платформе, использующей методы искусственного интеллекта для персонализации освоения фундаментальных знаний. Его ключевые функции:

– диагностика и адаптация: на основе входящего тестирования и непрерывного анализа действий курсанта система выявляет индивидуальные затруднения (например, непонимание диаграмм «напряжение-деформация» для полимеров или критериев усталостного разрушения). Алгоритм адаптирует сложность и тип подачи материала (текст, интерактивная схема, видеообъяснение), формируя уникальную образовательную траекторию [8];

– генерация контекстных задач: вместо абстрактных расчетов «стержня в вакууме» даются задачи, встроенные в профессиональный контекст МЧС: «Рассчитайте остаточную прочность балки перекрытия после 30 минут воздействия стандартного температурного режима пожара»;

– формирование цифрового следа (Digital Twin of Learning): Все действия курсанта фиксируются, создавая его «цифрового двойника» в обучении. Это позволяет не только оценивать результат, но и анализировать процесс: время решения, использованные формулы, совершённые ошибки, обращения к справочным материалам. Данная аналитика служит основой для обратной связи как с самим курсантом, так и с преподавателем [10].

Имитационно-моделирующий контур (интерактивный уровень) является визуальной и тактильной сердцевиной полигона. Он строится на высокоточных физических движках и технологиях VR/AR, обеспечивая переход от абстрактных чисел к визуальному и пространственному пониманию. Интерактивные симуляции физических процессов позволяют курсанту в реальном времени изменять параметры (нагрузку, тип крепления, температуру, материал) и наблюдать последствия: развитие трещины, характер деформации, изменение цвета материала от нагрева. Например, симулятор позволяет «нагрузить» виртуальную строительную ферму до точки потери устойчивости, визуально демонстрируя явление продольного изгиба. Визуализация невидимых процессов – позволяет реализовать отображение процессов, скрытых в реальности: распределение напряжений в детали (тепловая карта напряжений), распространение теплового фронта в композитной панели, изменение внутренней структуры металла при перегреве. Безопасная «лаборатория катастроф» позволяет моделировать и наглядно изучать последствия экстремальных воздействий (взрывная волна, интенсивный пожар, ударная нагрузка) на различные конструкции и материалы, что абсолютно невозможно в условиях реальной учебной лаборатории.

Сценарно-кейсовый контур (интегрирующий уровень). На данном уровне происходит синтез знаний и навыков, полученных в первых двух контурах, в условиях, максимально приближенных к профессиональной деятельности. Контур представляет собой библиотеку комплексных иммерсивных кейсов, основанных на анализе реальных ЧС. Каждый кейс ставит курсанта в роль эксперта-расчётчика, прибывающего на место условной аварии. Ему предоставляется вводная (данные разведки, архитектурные планы, сведения о материалах) и ставится задача, требующая последовательного применения инструментов полигона: от быстрых расчётов в адаптивном контуре до детального моделирования в симуляционном. Пример кейса: «Обрушение части кровли торгового центра после снегопада. Оцените устойчивость смежных конструкций, спрогнозируйте возможную область дальнейшего обрушения при заданных параметрах ветра и предложите безопасные зоны для размещения аварийно-спасательных формирований». Работа в данном контуре развивает системное мышление, навыки принятия решений в условиях неполной информации, умение работать с цифровыми двойниками объектов и управлять рисками, что является прямой целью дидактического переосмысления образования в цифровую эпоху [7, 11]. Принцип взаимодействия контуров является нелинейным. Курсант, столкнувшись со сложностью в кейсе (сценарный контур), может «спуститься» на уровень симуляции для экспериментирования или обратиться к адаптивной системе для восполнения конкретного теоретического пробела. Таким образом, архитектура полигона обеспечивает непрерывный и мотивированный цикл обучения «от практики к теории и обратно», эффективно формируя у будущего офицера МЧС целостную картину поведения материалов в экстремальных условиях.

Заключение

Внедрение предлагаемой модели позволит перейти от знаниевой парадигмы к формированию у будущих офицеров МЧС России интуитивного понимания и прогностических навыков работы с материалами в кризисных ситуациях. «Цифровой полигон» представляет собой целостное педагогическое решение, направленное на повышение безопасности, эффективности и мотивации в инженерной подготовке спасательных кадров. Определены перспек-

тивные направления дальнейших исследований по разработке конкретных сценариев и оценке педагогической эффективности модуля.

Библиографический список

1. Просветова Т.С. Цифровые технологии в современном образовательном процессе курсантов военного вуза //В сборнике: Траектория развития субъектов образовательного процесса. Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 91-94.

2. Баданов А.А. Вопросы цифровизации военного вуза на современном этапе //В сборнике: Информационные технологии и информационная безопасность в профессиональной деятельности. Сборник научных статей III Межвузовской научно-практической конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 9-13.

3. Ковтуненко Л.В., Белошицкий А.В. Цифровая трансформация образовательного процесса военного вуза: состояние, проблемы, тенденции // В сборнике: Антропоцентрические науки в образовании: вызовы, трансформации, ресурсы. статьи II Международного форума. Воронеж, 2025. С. 39-43.

4. Зонненберг Ю.Е. Цифровая образовательная среда военного вуза // В сборнике: Развитие информационной образовательной среды военного вуза. Материалы всероссийского научно-методического семинара. 2023. С. 18-22.

5. Харченко Е.Б. Цифровая образовательная среда подготовки военных кадров: основные вызовы, проблемы и пути их решения // Педагогика и психология: академический журнал. 2023. № 2 (2). С. 14-18.

6. Бауэр В.П. Применение современных образовательных технологий в обучении курсантов военного вуза // Современное профессиональное образование. 2025. № 4. С. 29-32.

7. Соколова И.И., Островский Ю.Н. Дидактические основы системы обучения в военном вузе: актуальность выбора и перспективы использования в цифровую эпоху //В сборнике: Развитие военной педагогики в XXI веке. Материалы XI Всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 2025. С. 34-44.

8. Ренсков А.А., Ренсков Д.А., Чирушкин К.А. Искусственный интеллект в образовании особенности ведения образовательной деятельности в военной академии связи с применением виртуальных технологий // Вестник военного образования. 2023. № 5 (44). С. 34-39.

9. Никольский С.В., Петрова Т.В., Хаткевич В.В., Хомутовский С.Л. Требования по цифровизации образовательного процесса в военном вузе // В сборнике: Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации. Труды всеармейской научно- практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 538-544.

10. Карлова Е.Н. Цифровые компетенции как новый стандарт: взгляд преподавателей на трансформацию образовательного процесса военных вузов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2025. № 2 (109). С. 46-50.

11. Малоземов А.В., Ерополов Е.П., Деникин А.В. Дидактическое обеспечение цифровизации гуманитарных учебных дисциплин в военных образовательных учреждениях высшего образования // Мир образования – образование в мире. 2025. № 3 (99). С. 204-211.

УДК 378; ГРНТИ 14.35.

ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МИННО-ПОДРЫВНОМУ ДЕЛУ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

А.А. Микерин

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище, Российская Федерация, Рязань, nis41450@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется методика развития аналитического мышления курсантов на основе решения ситуационных задач в рамках дисциплины «Минно-подрывное дело». Рассматривается уникальный контекст военного училища, где подготовка по минно-подрывному делу (МПД) нацелена на действия специалиста-профессионала. Предлагается многоуровневая модель задач, имитирующих реальные профессиональные ситуации от расчета заряда до принятия решения на минирование/разминирование в бою. Делается акцент на формировании навыков точного расчета, оценки рисков, прогнозирования последствий и наибольшей эффективности в условиях дефицита времени. Предлагается вариант пути формирования аналитического мышления у курсантов в области минно-подрывного дела.

Ключевые слова: ситуационные задачи, курсанты, военный вуз, минно-подрывное дело, тактическое мышление.

FORMATION OF ANALYTICAL THINKING OF FUTURE OFFICERS IN MINE-DEMOLITION CLASSES BY SOLVING SITUATIONAL TASKS SCHOOL

A.A. Mikerin
Ryazan Guard Higher Airborne Command School,
Russia, Ryazan, nis41450@mail.ru

Abstract. The article explores the methodology of developing cadets' analytical thinking based on solving situational problems within the framework of the discipline "Mine-blasting". The article considers the unique context of a military school, where training in mine-blasting (MPD) is aimed at the actions of a professional specialist. A multi-level task model is proposed that simulates real professional situations from calculating the charge to making a decision on mining/mine clearance in combat. The emphasis is on developing the skills of accurate calculation, risk assessment, forecasting consequences and maximum efficiency in conditions of time constraints. A variant of the way of forming analytical thinking among cadets in the field of mine-blasting is proposed.
Keywords: situational tasks, cadets, military university, mining and demolition, tactical thinking.

Введение

Современный характер военных конфликтов, отличающийся высокой динамичностью, нелинейностью и принципиальной непредсказуемостью, формирует качественно новый запрос к профессиональной подготовке будущих офицеров. Этот запрос выходит далеко за рамки традиционного требования прочного усвоения теории и отработки стандартных практических навыков. Ключевой компетенцией становится оперативная адаптивность – способность курсанта (а в будущем – командира) быстро анализировать стремительно меняющуюся обстановку, перестраивать модели поведения, принимать нестандартные решения и эффективно действовать в условиях хронической неопределённости и информационной перегрузки.

Формирование столь сложной интегральной способности – серьёзная педагогическая задача. Её решение невозможно свести к простому увеличению объёма материала или интенсивности занятий. Оно требует глубокой, системной перестройки всего образовательного процесса военного вуза по нескольким ключевым направлениям.

Содержательное и методическое обновление требует перехода от транслирующей модели обучения к деятельностной и проблемной. Ядром процесса должны стать сценарии, основанные на реальных кейсах и, так называемых, сложных, неоднозначных задачах, которые моделируют хаос и многовариантность реальной боевой обстановки.

Технологическая интеграция предполагает активное внедрение передовых педагогических и информационных технологий: иммерсивных тренажёров виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), комплексных компьютерных симуляторов, систем искусственного интеллекта для генерации адаптивных сценариев и анализа действий курсантов. Это позволит безопасно моделировать экстремальные условия и отрабатывать реакции на редкие, но критические ситуации.

Разработка специализированных систем нацелена на создание целостных учебно-тренировочных комплексов и методик, целенаправленно развивающих гибкость мышления, когнитивную устойчивость и способность к импровизации. Сюда могут входить системы ситуационно-ролевого моделирования, методики стресс-тестирования решений в условиях дефицита времени и информации, программы развития метакогнитивных навыков (умения осознавать и регулировать собственное мышление).

Цель статьи – разработать и теоретически обосновать методику формирования аналитического мышления будущих офицеров ВДВ и спецназа через систему ситуационных задач в дисциплине «Минно-подрывное дело».

Задачи исследования:

– выявить и структурировать компоненты аналитического мышления, специфичные для профессиональной деятельности офицера в области МПД;

– проанализировать существующую структуру преподавания МПД (на примере РВВДКУ) на предмет возможностей интеграции методов развития аналитического мышления;

– предложить комплекс методических путей и инструментов (от алгоритмизации до технологической интеграции), направленных на поэтапное формирование аналитических способностей курсантов;

– обосновать необходимость трансформации образовательного процесса в сторону проблемно-деятельностной модели для достижения указанной цели.

Обзор литературы

По мнению К. А. Лихоманова, система военного образования представляет собой специфическую педагогическую систему. Её уникальность заключается в том, что сама организация обучения – строгая регламентация, практическая направленность и полное слияние учебного процесса со служебной деятельностью – выступает мощным катализатором для системного развития будущих офицеров [1, с. 120].

Развитию высших интеллектуальных функций, и в первую очередь аналитического мышления, отводится особая роль. А. А. Микерин подчёркивает, что этот процесс имеет ключевое значение для профессионального становления будущего офицера, поскольку именно аналитическое мышление позволяет находить быстрые и качественные решения в сложных, нештатных ситуациях служебной деятельности [2, с. 221].

Как подчеркивает С. В. Швецова, эффективное развитие профессиональной ответственности у курсантов возможно через активизацию потенциала их коллективов. Данный процесс требует создания комплекса условий, включающих: высокий уровень сплоченности и согласованности действий; развитую систему взаимодействия внутри коллектива; наличие непререкаемого авторитета (формального или неформального лидера); традиции, ценные для членов коллектива, и устойчивые образцы ответственного поведения [3].

Как отмечают В. П. Масягина и А. А. Зенина, тактическое мышление курсантов военных вузов представляет собой творческий процесс решения задач, включая учебно-тактические, и направлено на освоение искусства организации и ведения боя. По мнению исследователей, его формирование происходит не только в рамках специальных дисциплин (например, тактики мотострелковых, горных или арктических подразделений) через работу с ситуационными задачами, экспресс-опросами («летучками») и принятием решений, но и в иных видах учебной деятельности. Вся эта интеллектуальная работа основывается на специальных знаниях, формируемых в рамках модуля специальной военной подготовки как обязательной части основной образовательной программы [4].

В исследовании развития аналитического мышления в процессе решения задач курсантами Е. В. Захарова, подчеркивает, что задача логического мышления заключается в обобщении информации, выявлении последовательности событий и установлении причинно-следственных связей. В свою очередь, аналитическое мышление, в отличие от интуитивного, предполагает способность быстро находить и оценивать варианты для определения наиболее эффективного решения задачи [5].

Модель системы формирования преадаптивности у курсантов военных вузов, разработанная В. Р. Мирошкиным, базируется на комплексном применении методов ситуационного и имитационного моделирования. Ключевое преимущество данной модели заключается в повышении эффективности подготовки, поскольку она целенаправленно развивает у обучающихся навыки, необходимые для действий в сложной, динамичной и неопределённой обстановке. Безусловно, непрерывное совершенствование системы и её адаптация к новым вы-

зовам выступают определяющим условием для подготовки конкурентоспособных военных специалистов [6, с. 264].

Согласно позиции Е. В. Орловой, применение современных технологий –виртуальных тренажёров, интерактивных платформ и модулей с элементами искусственного интеллекта – оказывает комплексное воздействие на подготовку будущих офицеров. Это позволяет не только углубить теоретическую подготовку, но и совершенствовать практические навыки в безопасной и управляемой среде. Ключевым условием для раскрытия этого потенциала исследователь считает качественную интеграцию технологий в образовательный процесс. Именно от этого напрямую зависит достижение таких значимых результатов, как развитие у курсантов оперативности принятия решений и критического мышления [7, с. 201].

Как справедливо подчеркивает А. А. Мошкин, интеграция интерактивных методов в организацию самостоятельной работы по учебным дисциплинам является наиболее эффективным педагогическим инструментом. Такой подход целенаправленно формирует у курсантов профессиональные компетенции, непосредственно востребованные при выполнении служебно-боевых задач, а также закладывает фундамент для их непрерывного самообразования и самосовершенствования в течение всей последующей карьеры и жизни [8, с. 110].

Проведённое исследование С. В. Савельевой, И. Х. Валеевой подтверждает, что практико-ориентированный формат обучения в военных вузах является основным драйвером развития критического мышления у курсантов. Именно в ходе практических занятий, где моделируются реальные профессиональные задачи, формируются ключевые компетенции: способность к всестороннему анализу, взвешенному принятию решений и аргументированному обоснованию действий. Дискуссии и коллективное обсуждение проблем на этих занятиях дополнительно развивают навыки критического анализа информации. Интеграция сложных практических задач и интерактивных форматов в учебный процесс выступает необходимым условием для подготовки офицеров, способных эффективно действовать в динамичной и неопределённой служебной среде [9, с. 148].

Методика Т. В. Кузьминой, и О. Ш. Белявской, решает ключевые задачи обучения иностранных курсантов. Она обеспечивает гибкий подход к образованию, позволяя адаптировать процесс под индивидуальный языковой уровень каждого обучающегося через персонализированные маршруты или работу в дифференцированных подгруппах. Параллельно методика целенаправленно формирует важнейшую профессионально-армейскую компетенцию – практический опыт соблюдения субординации и иерархических принципов в коллективе, что делает подготовку максимально приближенной к реальным условиям будущей службы [10, с.157].

Результаты исследования

Не оспоримо важную роль в подготовке курсантов играет дисциплина минно-подрывное дело. В ходе изучения данной дисциплины, на примере Рязанского высшего воздушно-десантного командного училища, курс подготовки разделен на несколько разделов, а именно:

Раздел 1. Взрывчатые вещества и средства взрывания. В ходе изучения данного раздела курсанты изучают историю развитие минно-подрывного дела. Предмет и задачи минно-подрывного дела. Перспективы развития и новые образцы средств инженерного вооружения. Основные направления развития средств минирования, разведки и разминирования на современном этапе. Новые образцы инженерных боеприпасов. Новые образцы средств разведки и разминирования.

Раздел 2. Подрывание элементов конструкций из различных материалов. Подрывание элементов конструкций из дерева и металла. Расчет зарядов для подрывания элементов конструкций из дерева и металла. Подготовка элементов конструкций к подрыванию. Располо-

жение зарядов для подрывания элементов конструкций из дерева и металла. Меры предосторожности.

Раздел 3. Уничтожение (вывод из строя) объектов противника. Уничтожение боевой техники и военного имущества. Порча и уничтожение вооружения, военной техники, оборудования и военного имущества.

Раздел 4. Инженерные боеприпасы. Основные сведения о взрывателях и взрывательных устройствах.

Раздел 5. Инженерные заграждения. Общие сведения об инженерных заграждениях. Назначение инженерных заграждений.

Все эти разделы разнесены на семестры, на всем этапе подготовки. Благодаря такому подходу курсанты планомерно обретают необходимые навыки и компетенции, «от простого к сложному» в бедующей профессиональной деятельности.

Сложность освоения данной дисциплины, по мнению преподавателей и курсантов, заключается не столько в запоминании формул, сколько в формировании аналитического, командного мышления. Это наглядно видно в ключевом третьем разделе. Помимо технических расчетов по подрыву (с учетом массы факторов: материал цели, тип ВВ, расположение заряда), курсанты выполняют роль командира. Их основная задача – проанализировать всю ситуацию и принять взвешенное решение, оптимальное по критериям безопасности личного состава, временным затратам и скрытности. Исходя из проведенного анализа один из вариантов пути решения этой задачи может быть создание методики формирования аналитического мышления будущих офицеров ВДВ и спецназа.

Алгоритмизация мышления: *переход от теоретического знания к структурному анализу*. Первоначальный этап методики предполагает целенаправленную декомпозицию комплексной профессиональной задачи на последовательность аналитических операций. Цель – преодолеть абстрактность «задачи на подрыв» путем формирования у курсантов устойчивого алгоритма принятия решений. Ключевым инструментом выступает внедрение стандартизированной методологии – «Алгоритма принятия решения офицера-подрывника». Данный алгоритм представляет собой пошаговый чек-лист, обязательный для применения на начальных стадиях обучения, и включает: 1) анализ цели (материал, геометрия, уязвимые элементы); 2) оценку тактико-специальной обстановки (временные рамки, метеоусловия, действия противника); 3) выбор средств поражения и инициирования; 4) расчет основных параметров заряда (масса, расположение, схема взрывания); 5) планирование мер безопасности; 6) сравнительный анализ возможных альтернатив. Для визуализации системных связей и вариативности решений предлагается создание «деревьев решений» для типовых сценариев, наглядно демонстрирующих, как выбор на одном этапе (например, идентификация материала цели) детерминирует последующий набор допустимых действий.

Формирование когнитивной устойчивости в условиях неопределенности: *кейс-метод и работа с неполной информацией*. Второе направление нацелено на развитие у обучающихся способности к эффективному гипотезированию и оценке рисков в ситуации дефицита или противоречивости данных. Методическая реализация предполагает создание специализированной библиотеки сложных кейсов, смоделированных на основе реальных оперативных инцидентов. Особенностью таких кейсов является преднамеренное включение избыточной, недостающей и дезинформирующей информации. Критическую роль играет использование формата трудных, не имеющих однозначного решения задач, например, «Организация обезвреживания СВУ в условиях ограниченного времени и ресурсов в урбанизированной среде». Решение подобных задач смещает фокус с поиска «правильного ответа» на анализ приоритетов, взвешивание рисков и обоснование выбранного курса действий. Дополнительным инструментом является методика «ретроспективного анализа неудач»: курсантам предоставляется описание нештатной ситуации или неудачной операции, и их задача заключается в вы-

движении и проверке гипотез о вероятных причинах произошедшего на основе критического разбора известных фактов.

Игрофикация и моделирование интеллектуального противоборства. Третье направление призвано развивать антиципационное мышление – способность прогнозировать действия противника и планировать контрмеры. Центральным элементом выступает проведение ролевых штабных игр с распределением функций: одна учебная группа («диверсанты») разрабатывает комплексный план минирования объекта, учитывая системы охраны, другая («сапёры») на основе предоставленной разведсводки формирует и обосновывает план разминирования. Публичная защита разработанных решений перед коллегиальным «судом экспертов» (преподаватели) интенсифицирует процессы логического анализа как собственного, так и противоположного замысла. Другим эффективным форматом является организация «творческой лаборатории», в рамках которой курсанты проектируют гипотетические взрывные устройства с нестандартными принципами действия, а впоследствии формулируют тактико-технические требования к средствам их обнаружения и нейтрализации, что служит мощным тренажёром для аналитического и изобретательского мышления.

Технологическая интеграция: применение имитационных комплексов и иммерсивных сред. Данный блок направлен на создание безопасной, но максимально приближенной к реальности среды для отработки принятия решений в условиях стресса и динамично меняющейся обстановки. Использование тренажёров виртуальной реальности (VR) целесообразно не для механической отработки навыков, а для развития оперативного ситуационного анализа. Сценарий в VR должен предусматривать динамическое изменение параметров: модификацию тактической задачи, поступление новой (в том числе противоречивой) развединформации, отказ технических средств. Это вынуждает курсанта в реальном времени корректировать первоначальный план. Внедрение компьютерных симуляторов, основанных на физически достоверных моделях процессов разрушения, позволяет реализовать замкнутую дидактическую цепь «расчёт → визуализация последствий → анализ результата». Ошибка в расчёте становится наглядной, что способствует глубокому усвоению причинно-следственных связей. Технологии дополненной реальности (AR) в полевых условиях позволяют «накладывать» на реальный объект (конструкцию, местность) цифровые слои с информацией: зоны напряжения, предполагаемую схему арматуры, варианты размещения зарядов, что обеспечивает эффективный синтез теоретических знаний и практического восприятия.

Развитие метакогнитивных навыков и культуры рефлексии. Заключительный, системообразующий элемент методики фокусируется на формировании у обучающихся способности к осознанной регуляции собственной познавательной деятельности. Для этого вводится обязательное ведение «Бортового журнала решений» – рефлексивного документа, в котором курсант после выполнения задачи фиксирует: ключевые, по его мнению, данные, рассмотренные и отвергнутые альтернативы с обоснованием, а также субъективно воспринятые когнитивные трудности. Параллельно преподаватель ведёт индивидуальное «Досье», систематизируя типичные для каждого курсанта логические ошибки и «слепые зоны» в анализе (например, недооценку временного фактора или вторичных эффектов). На основе этих данных строится адресная коррекционная работа. Кульминацией становятся специальные семинары по «рефлексивному разбору решений», где публичная защита своего плана сопровождается вопросами, направленными не на воспроизведение последовательности действий, а на раскрытие внутренней логики выбора: «Почему данный критерий был признан вами определяющим?», «Какие альтернативные связи были рассмотрены и почему отвергнуты?».

Заключение

Формирование аналитического мышления в рамках дисциплины «Минно-подрывное дело» должно рассматриваться не как побочный результат, а как стратегическая цель обуче-

ния. Предложенная методика, объединяющая алгоритмизацию, работу с неопределённостью, игрофикацию, технологическую интеграцию и развитие рефлексии, требует сознательного перехода от транслирующей педагогики к деятельностной и проблемно-ориентированной.

Такой подход трансформирует курсанта из пассивного исполнителя расчетов в активного субъекта, способного расчленять сложность, прогнозировать развитие событий в условиях дефицита информации и нести абсолютную ответственность за продукт своего интеллекта – принятое решение. Именно развитие этой способности делает будущего офицера подразделений ВДВ и спецназа подлинно адаптивным и эффективным профессионалом, готовым к вызовам современных конфликтов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на апробацию и оценку эффективности данных методических путей в реальном учебном процессе РВВДКУ.

Перспективы дальнейших исследований лежат не только в плоскости совершенствования самой методики, но и в ее интеграции в широкий контекст цифровой трансформации образования, междисциплинарного синтеза и глубокого понимания когнитивных основ профессионального становления офицера. Реализация данных направлений позволит перейти от концептуальной модели к действующей, эволюционирующей системе подготовки, отвечающей вызовам будущего.

Библиографический список

1. Лихоманов, К. А. Познавательная активность курсантов военного вуза: содержательная сущность и структура / К. А. Лихоманов // ЦИТИСЭ. – 2025. – № 4(46). – С. 120-131.

2. Микерин, А. А. Аналитическое мышление в профессиональной подготовке курсантов военного вуза / А. А. Микерин // ЦИТИСЭ. – 2025. – № 4(46). – С. 221-231.

3. Шевцова, С. В. Педагогические пути повышения профессиональной ответственности курсантов военных вузов / С. В. Шевцова. – Москва: Военный университет, 2023. – 109 с. – ISBN 978-5-600-00435-1. – EDN GJTVDN.

4. Масягин, В. П. Сущность, структура и содержание процесса развития тактического мышления у курсантов военных вузов / В. П. Масягин, А. А. Зенин // Военный академический журнал. – 2025. – № 2(46). – С. 80-90. – EDN RQDJQG.

5. Захарова, Е. В. Развитие аналитического мышления в процессе решения задач, представленных в текстовой форме / Е. В. Захарова // Инновационное развитие профессионального образования. – 2017. – Т. 14, № 2. – С. 34-38. – EDN YRENXX.

6. Мирошкин, В. Н. Модель системы формирования преадаптивности курсантов в военном вузе / В. Н. Мирошкин // Успехи гуманитарных наук. – 2025. – № 10. – С. 254-260. – EDN OFKZFH.

7. Орлова, Е. В. Влияние инновационных образовательных технологий на качество подготовки курсантов военных вузов / Е. В. Орлова // Актуальные научные исследования : сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 апреля 2025 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 201-205. – EDN ACOPYB.

8. Мошкин, А. А. Применение интерактивных методов обучения для формирования профессиональных компетенций у курсантов вузов Росгвардии / А. А. Мошкин // Военно-правовые и гуманитарные науки Сибири. – 2024. – № 1(19). – С. 110-118. – EDN ODBIAC.

9. Савельева, С. В. Развитие критического мышления у курсантов первого курса авиационного вуза в процессе решения профессионально ориентированных задач / С. В. Савельева, И. Х. Валеева // Инновационное развитие профессионального образования. – 2024. – № 2(42). – С. 48-57. – EDN BJUMIW.

10. Кузьмина, Т. В. Модернизация инженерной подготовки иностранных курсантов военных вузов / Т. В. Кузьмина, О. Ш. Белявская // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2021. – № 4(38). – С. 157-164. – DOI 10.17122/2541-8904-2021-4-38-157-164. – EDN YWYGDA.

УДК 355.224; 355.012.4 ГРНТИ 55.01.31; 55.81.31

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ СТРЕЛЬБЕ В РОССИИ: ОТ СОВЕТСКОЙ СИСТЕМЫ К СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Е.И. Гужвенко, П.О. Мяконьков
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова,
Российская Федерация, Рязань, rvvdku@mil.ru

Аннотация. В статье анализируется трансформация методов огневой подготовки в России от советского периода до современности. Рассматриваются ключевые этапы развития: система массовой подготовки через Осоавиахим и ДОСААФ, регламентированная методика Наставлений по стрелковому делу, возрождение допризывной подготовки в постсоветский период. Особое внимание уделяется технологическому прорыву – внедрению лазерных тренажеров, систем виртуальной реальности и искусственного интеллекта в учебный процесс. Прослеживается смена философии подготовки: от статичной стрельбы с закрепленных позиций к динамической тактической стрельбе в условиях стресса. Анализируются особенности современной снайперской подготовки, психологические аспекты формирования «боевого рефлекса» и роль спортивной стрельбы как лаборатории тактических инноваций.
Ключевые слова: огневая подготовка, тактическая стрельба, Наставление по стрелковому делу, ДОСААФ, лазерные тренажеры, снайперская подготовка, стрессоустойчивость.

EVOLUTION OF FIRE TRAINING METHODS IN RUSSIA: FROM THE SOVIET SYSTEM TO MODERN TECHNOLOGIES

E.I. Guzhvenko, P.O. Myakonkov
Ryazan Higher Airborne Command School named after Army General V.F. Margelov,
Russia, Ryazan, rvvdku@mil.ru

Abstract. The article analyzes the transformation of fire training methods in Russia from the Soviet period to the present day. Key stages of development are considered: the system of mass training through OSOAVIAKHIM and DOSAAF, the regulated methodology of the Instructions on Rifle Training, and the revival of pre-conscription training in the post-Soviet period. Special attention is paid to the technological breakthrough - the introduction of laser simulators, virtual reality systems and artificial intelligence into the training process. The change in training philosophy is traced: from static shooting from fixed positions to dynamic tactical shooting under stress. The features of modern sniper training, psychological aspects of forming a «combat reflex» and the role of sport shooting as a laboratory of tactical innovations are analyzed.
Keywords: fire training, tactical shooting, Rifle Training Instructions, DOSAAF, laser simulators, sniper training, stress resistance.

Современная система обучения стрельбе в Российской Федерации представляет собой многослойный синтез исторического опыта, технологических инноваций и адаптации к реалиям гибридных конфликтов XXI века. Её развитие отражает фундаментальную трансформацию военной парадигмы: переход от концепции «народа-защитника», характерной для советского периода, к формированию профессионального ядра вооружённых сил, способного принимать тактические решения в условиях высокой неопределённости и информационного противоборства [2].

Феномен «ворошиловского стрелка», учреждённый постановлением ЦИК и СНК СССР от 29 апреля 1932 года, стал не просто спортивно-техническим движением, а элементом государственной идеологии военно-патриотического воспитания. Нормативы значка включали не только стрельбу из винтовки образца 1891/30 гг. (12 очков из 20 на дистанциях 100 и 200 м), но и комплексное владение военными дисциплинами: метание гранаты Ф-1 на 35 м, преодоление полосы препятствий за 2 минуты 15 секунд, ориентирование по карте и компасу [4].

К 1941 году движение охватило 7,2 млн человек, создав уникальный людской резерв для Красной Армии. Особенно примечательна роль женского компонента: Центральная школа снайперской подготовки в Подольске, открытая в сентябре 1943 года, подготовила 2 048

женщин-снайперов, из которых 32 удостоены звания Героя Советского Союза. По архивным документам школы, учебная программа включала не только технику стрельбы на дистанциях до 800 метров, но и элементы психологической устойчивости – преодоление барьера перед первым убийством в боевых условиях [4].

Инфраструктурной основой стала система Осоавиахима, насчитывавшая к 1941 году 132 тыс. стрелковых кружков и 8 400 тиров по всей территории СССР. После войны преемственность методик сохранилась в ДОСААФ, однако акцент сместился с мобилизационной готовности на спортивную стрельбу и подготовку специалистов для силовых структур. К 1985 году ежегодно проводилось свыше 400 тыс. соревнований по стрельбе, формируя кадровый резерв для армии и правоохранительных органов [4].

Системообразующим элементом советской школы стали Наставления по стрелковому делу (НСД), регламентировавшие каждый аспект подготовки. Согласно Военному энциклопедическому словарю, НСД-38 впервые стандартизировал обучение работе с оптическими прицелами (ПУ на винтовке Мосина), введя понятие «поправка на ветер» как обязательный элемент подготовки снайпера. НСД-42, принятый в критический период Великой Отечественной войны, сократил курс подготовки рядового стрелка до 30 дней, сделав ставку на «четыре кита»: стойка, дыхание, прицеливание, спуск курка [1].

Высшей ступенью подготовки стала школа «Выстрел» под Солнечногорском, где в военные годы офицеры проходили ускоренный курс (90 дней) с 12~часовым учебным днём. Однако анализ боевого опыта показал, что шаблонность тактических задач часто не соответствовала динамике реального боя, что приводило к неоправданным потерям среди молодых командиров при первом боевом столкновении [1].

Обязательная начальная военная подготовка (НВП), введённая законом от 1 сентября 1939 года, охватывала школьников 5–10 классов. К 1970~м годам программа включала сборку-разборку АКМ за 25 секунд (норматив для 9 класса), стрельбу из пневматической винтовки на 10 м (не менее 24 очков из 30), преодоление полосы препятствий длиной 150 м за 2 минуты 30 секунд, тактические действия в составе отделения (атака, оборона, засада) [2].

Кабинеты НВП в школах были оснащены муляжами оружия, макетами мин и гранат, картами местности. Ежегодные двухнедельные сборы на базах ДОСААФ включали ночные стрельбы и тактические учения. К 1985 году через систему НВП ежегодно проходило 18,7 млн школьников, что составляло свыше 80% учащихся старших классов [2].

Распад СССР привёл к демилитаризации школьного образования: НВП была исключена из программ в 1992 году. Лишь в 2022–2023 гг. началось частичное возрождение элементов допризывной подготовки в рамках уроков ОБЖ. Однако принципиальное отличие современного подхода – отказ от идеологической составляющей «всем народом на защиту» в пользу формирования базовых навыков у потенциального пополнения силовых структур [2].

Кризис 1990-х годов, связанный с дефицитом боеприпасов, стал катализатором технологических инноваций в системе военного обучения. Первые лазерные тренажёры (середина 1990-х) представляли собой простые системы с ИК~датчиками, фиксирующими попадание луча на мишень. Современные комплексы «Рубеж-1М» и «Рубеж-2» обеспечивают отработку стрельбы в закрытом помещении на дистанции 5–10 м, автоматический анализ траектории прицеливания с точностью до 2 мм, регистрацию времени реакции (с погрешностью ±0,01 с), формирование персонализированного отчёта об ошибках (дрожание руки, преждевременный спуск курка) [3].

Электронные системы автоматической регистрации попаданий (САРП) на базе ультразвуковых датчиков заменили наблюдателей с биноклями, обеспечив объективную оценку результатов. В 333-м Центре боевой подготовки (п. Мулино) и РВВДКУ внедрены комплексы с искусственным интеллектом, анализирующие данные тысяч выстрелов и формирующие индивидуальные программы коррекции ошибок для каждого курсанта. По данным исследований РВВДКУ, применение многофункциональных стрелковых комплексов с обратной свя-

зью позволило сократить время освоения базовых навыков стрельбы на 35% при одновременном повышении точности на 22% [5].

Самое принципиальное изменение затронуло философию подготовки. Советская школа делала ставку на меткость с закреплённых позиций, тогда как современные методики, сформированные под влиянием опыта локальных конфликтов, акцентируют динамику и принятие решений в условиях стресса:

– стрельба на перемещении: ведение прицельного огня при скорости движения до 5 км/ч с компенсацией отдачи в фазе шага;

– метод «шведского стола»: стрельба из-за укрытия с минимальным обнажением тела (не более 10 см над бруствером);

– быстрая смена позиций: после 2–3 выстрелов стрелок обязан переместиться на 3–5 м для снижения вероятности поражения ответным огнём;

– стресс-инокуляция: отработка навыков при физической усталости (после бега 1 км), в условиях шума (110 дБ), ограниченной видимости (дым, туман) [5].

Снайперская подготовка претерпела наиболее глубокую трансформацию. Если в СССР основной упор делался на технику стрельбы на дистанциях до 800 м, то современные трёхмесячные курсы включают расчёт баллистических поправок с использованием планшетных калькуляторов (ветер, температура, влажность), создание «снайперского гнезда» с применением местных материалов и техники «размывания контуров», работу в паре (стрелок-наблюдатель) с разделением функций, противодействие беспилотным аппаратам – маскировку от БПЛА и стрельбу по дронам на дистанции до 1200 м [5].

Советская система практически игнорировала психологическую подготовку, полагаясь на дисциплину и идеологическую убеждённость. Современные исследования кафедр военных вузов выявили, что у значительной части новобранцев при первом выстреле из боевого оружия наблюдается резкое повышение артериального давления и учащение пульса, что снижает точность на 40–60%.

Для преодоления этого барьера применяются: деомоторная тренировка – визуализация процесса стрельбы с закрытыми глазами для формирования нейронных связей без расхода патронов; стресс-инокуляция – постепенное повышение уровня стресса от стрельбы в тишине до ведения огня под громкую музыку с физической усталостью; биологическая обратная связь – использование датчиков пульса и дыхания для обучения контролю над вегетативной нервной системой в момент прицеливания [5].

Федерация практической стрельбы России (ФПСР), созданная в 1993 году, адаптировала международные стандарты под российские условия. Дисциплины практической стрельбы имитируют реальные сценарии: стрельба по 5 движущимся мишеням с изменением дистанции от 3 до 25 м за 15 секунд, работа с несколькими целями с приоретизацией угроз («первый выстрел – в самого опасного противника»), стрельба из неудобных положений (сидя в автомобиле, лёжа на боку), быстрая перезарядка под давлением времени (норматив для пистолета – 3 секунды).

Многие элементы, отработанные в спортивной среде, были внедрены в программы подготовки спецподразделений. Техника «стрельба с переносом точки прицеливания» (без использования прицельных приспособлений на дистанции до 7 м) сегодня входит в базовую подготовку сотрудников Росгвардии и МВД [5].

Несмотря на технологический прогресс, система сталкивается с объективными ограничениями. Современный комплекс «Рубеж-2» стоит свыше 350 тыс. рублей, что недоступно для многих воинских частей. Избыточное увлечение тренажёрами может оторвать обучение от реальности – лазерная точка не передаёт отдачу, звук выстрела и психологическое напряжение настоящей стрельбы [3].

Перспективы развития видятся в гибридных методиках:

– тренажёры с тактильной обратной связью (шлемы ВР + имитаторы отдачи), позволяющие воссоздать ощущения реальной стрельбы без расхода боеприпасов;

– искусственный интеллект для анализа индивидуальных ошибок и формирования персонализированных программ;

– цифровые двойники полигонов (точные 3D-копии) для виртуальной отработки тактических задач перед выходом на реальный полигон;

– интеграция с системами управления – обучение стрельбе в составе единой тактической группы с использованием планшетов для координации действий и обмена данными о целях [3].

Таким образом, эволюция методик стрелковой подготовки в России отражает общие тенденции развития военного дела: переход от массовой мобилизационной модели к профессиональной армии, от стандартизированных упражнений к адаптивным тактическим решениям. При этом фундаментальные принципы – дисциплина, внимание к деталям, уважение к оружию – остаются неизменными, связывая современных курсантов с поколением «ворошиловских стрелков» почти столетней давности. Оптимальный баланс между виртуальной подготовкой и полигонными занятиями, между индивидуальным мастерством и тактическим взаимодействием в группе – вот ключ к формированию стрелка нового поколения, готового к вызовам современного боя.

Библиографический список

1. Военный энциклопедический словарь. – М.: Воениздат, 1986. – 863 с.

2. Петров А.Ю. Военно-патриотическое воспитание молодёжи в СССР (1930–1980-е гг.): монография / А.Ю. Петров. – М.: Институт российской истории РАН, 2021. – 286 с.

3. Гужвенко Е.И., Гужвенко В.Ю. Возможности и перспективы использования технологии «виртуальная реальность» для обучения военнослужащих // Ректор ВУЗа. – № 7. – 2020.

4. Симонов В.П. Осоавиахим – ДОСААФ: история становления и развития / В.П. Симонов. – М.: Воениздат, 2015. – 224 с.

5. Старков Р.В. Тумаков Н.Н., Гужвенко Е.И. Методика обучения стрельбе из пистолетов курсантов РВВДКУ на многофункциональном стрелковом комплексе : монография; Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище связи имени генерала армии В. Ф. Маргелова. – Рязань : РВВДКУ, 2016. – 195 с. : ил., табл. : 21 см.; ISBN 978-5-4331-0103-6.

УДК 614.846:616-036.8; ГРНТИ 76.29.31; 73.33.41

ПРИМЕНЕНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ УЗЛОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ РАНЕНЫХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

С.А. Павлова, К.Ю. Шишов

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознамённое командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова,
Российская Федерация, Рязань, rvvdku@mil.ru

Аннотация. В статье в информационно-аналитическом ключе рассматривается актуальная проблема использования туристических (альпинистских) узлов для транспортировки раненых в условиях чрезвычайных ситуаций. Автор обосновывает растущую значимость данного навыка в контексте увеличения числа природных катастроф, локальных вооружённых конфликтов и развития экстремального туризма. В работе детально анализируются наиболее эффективные узлы (булинь, «восьмёрка», прямой и встречный штык), их функциональные особенности, преимущества и потенциальные риски при применении в полевых условиях. Особое внимание уделено практическим аспектам: созданию импровизированных носилок и систем фиксации из подручных материалов, а также вопросам безопасности. Для иллюстрации эффективности подхода приводятся реальные и учебные примеры, включая кейсы из зон вооружённых конфликтов с участием как украинских, так и российских военнослужащих. Статья подчёркивает, что владение техникой туристических узлов является не

только элементом туристской подготовки, но и важнейшим компонентом современной культуры безопасности, способным в критической ситуации спасти человеческую жизнь.
Ключевые слова: туристические узлы, транспортировка раненых, тактическая медицина, импровизированные носилки, первая помощь в полевых условиях, эвакуация пострадавших, выживание в экстремальных условиях, вооружённые конфликты, гражданская оборона, безопасность.

USE OF TOURIST NODES FOR TRANSPORTING THE WOUNDED IN EMERGENCY SITUATIONS

S.A. Pavlova, K.Yu. Shishov
Ryazan Guards Higher Airborne Order of Suvorov Twice Red Banner Command School named after General of the Army V. F. Margelov, Ryazan, Russian Federation, rvvdku@mil.ru

Abstract. The article addresses, from an informational and analytical perspective, the pressing issue of using tourist (mountaineering) knots for transporting the wounded in emergency situations. The author substantiates the growing importance of this skill in the context of increasing natural disasters, local armed conflicts, and the development of extreme tourism. The paper provides a detailed analysis of the most effective knots (bowline, figure-eight, reef knot, and sheet bend), examining their functional characteristics, advantages, and potential risks when applied in field conditions. Special attention is given to practical aspects, including the construction of improvised stretchers and fixation systems from readily available materials, as well as safety considerations. To illustrate the effectiveness of this approach, real-world and training examples are presented, including case studies from armed conflict zones involving both Ukrainian and Russian military personnel. The article emphasizes that proficiency in tourist knot techniques is not only an element of outdoor training but also a crucial component of modern safety culture, capable of saving lives in critical situations.
Keywords: tourist knots, casualty evacuation, tactical medicine, improvised stretchers, first aid in field conditions, victim evacuation, survival in extreme conditions, armed conflicts, civil defense, safety.

Актуальность применения туристических узлов в экстренной эвакуации обусловлена ростом числа стихийных бедствий, увеличением частоты локальных вооружённых конфликтов и расширением практики экстремального туризма. По данным ООН, ежегодно более 350 природных катастроф затрагивают свыше 100 миллионов человек по всему миру [2]. В таких условиях знание базовых туристических узлов и способов их применения в экстренной медицине может стать решающим фактором для сохранения жизни и здоровья пострадавшего. Умение быстро соорудить носилки из подручных средств, используя верёвку, ремни или одежду, и надёжно закрепить человека с травмой позвоночника или конечностей, позволяет предотвратить вторичные повреждения и значительно повысить шансы на выживание до прибытия профессиональной медицинской помощи [1].

Цель статьи – информационно-аналитическое освещение возможностей использования туристических узлов при транспортировке раненых. В работе рассматриваются типы узлов, их функциональные особенности, преимущества и ограничения, а также практические рекомендации по применению в полевых условиях.

Рассмотрим теоретические основы узлового дела в спасательной практике. Туристические (или альпинистские) узлы представляют собой специальные виды соединений верёвок, предназначенные для фиксации, соединения, крепления и создания петель. В туристической и спасательной практике они применяются десятилетиями благодаря своей надёжности, простоте завязывания и развязывания даже в экстремальных условиях [3].

Основные требования к узлам, используемым при транспортировке людей, включают: высокую прочность и устойчивость к нагрузкам; минимальное проскальзывание под нагрузкой; возможность быстрого завязывания одной рукой (в случае необходимости); лёгкость

распознавания и контроля правильности завязывания; сохранение целостности верёвки (минимальное повреждение волокон) [3].

Существует несколько десятков туристических узлов, однако лишь часть из них применима в медицинской эвакуации. Наиболее часто используются: булинь, прямой штык, встречный штык, узел «восьмёрка», удавка с полуштыком, а также различные варианты беседок и самостраховок. Каждый из этих узлов имеет свои особенности. Например, булинь идеален для создания неразвязывающейся петли, тогда как встречный штык надёжен при соединении двух верёвок одинакового диаметра. Прямой штык, несмотря на свою простоту, требует осторожности, так как под постоянной нагрузкой может «заморозиться» и стать крайне трудным для развязывания [3].

Важным аспектом является понимание механики ослабления верёвки различными узлами. Узел «восьмёрка» снижает разрывную нагрузку верёвки всего на 20–25%, тогда как «рыбацкий штык» может ослабить её до 50% – разница, имеющая жизненно важное значение при транспортировке человека [3]. Поэтому выбор узла должен основываться не только на удобстве завязывания, но и на расчёте предполагаемой нагрузки.

Одна из ключевых задач при транспортировке раненого – создание безопасной и устойчивой системы переноски. В условиях отсутствия стандартных носилок туристические узлы позволяют быстро собрать конструкцию из подручных материалов: палатки, веток, одежды, верёвок или ремней. Например, два длинных шеста (палки) могут быть соединены между собой с помощью нескольких поперечных ремней или тканевых полос, зафиксированных узлом «встречный штык» или «булинь». Эти узлы обеспечивают прочное соединение без проскальзывания, что особенно важно при движении по неровной поверхности, где любое смещение может причинить боль или усугубить травму [4].

Узел «булинь» особенно ценен тем, что образует неразвязывающуюся петлю, которая не затягивается под нагрузкой, что позволяет легко регулировать размер и быстро снимать конструкцию. Узел «восьмёрка» используется как страховочный элемент на конце верёвки, предотвращая её проскальзывание через карабины или другие крепления. Благодаря своей форме, напоминающей цифру восемь, он легко опознаётся даже в темноте на ощупь, что делает его незаменимым в ночных операциях или при плохой видимости [3].

При транспортировке по склонам или через препятствия (например, реки, овраги) важно обеспечить не только горизонтальное положение тела, но и его фиксацию. Здесь применяются узлы, формирующие «беседку» вокруг туловища пострадавшего – чаще всего это комбинация «булиня» и «полуштыков», позволяющая равномерно распределить нагрузку и избежать дополнительных травм. Такая система предотвращает соскальзывание человека и обеспечивает стабильность даже при вертикальном перемещении [4].

Особую эффективность демонстрирует комбинированный подход: использование нескольких узлов в одной системе с распределением функций. Так, при создании импровизированных носилок из двух шестов и ткани рекомендуется применять «булинь» для формирования неразвязывающихся петель на концах шестов, «встречный штык» для соединения поперечных ремней и «полуштык» для фиксации ткани к конструкции. Такая многоуровневая система обеспечивает избыточность: даже при ослаблении одного элемента общая конструкция сохраняет целостность [4].

Эвакуация раненого методом «волокуша» (с применением узла «булинь») – данный метод включён в программу подготовки военных медиков по стандартам тактической медицины и отрабатывается в ходе учений сил быстрого реагирования НАТО [6].

Ещё пример использования узлов: организация верёвочной переправы через водную преграду, когда подразделение оказалось отрезанным от основных сил рекой без моста. Необходимо организовать переправу раненого с подозрением на травму позвоночника. Применение узлов следующее: узел «восьмёрка» завязывается на конце основной несущей верёвки для предотвращения проскальзывания через якорную точку; «булинь» формирует петлю для

крепления носилок к верёвке; «двойной полуштык» используется для фиксации носилок к петле, обеспечивая надёжную, но регулируемую фиксацию [4].

Во время учений «Запад-2021» расчёт инженерно-сапёрного батальона одной из общевойсковых армий РФ организовал переправу через реку Западная Двина с применением данной техники. Для транспортировки условно раненого использовалась система из трёх узлов («восьмёрка» + «булинь» + «двойной полуштык»), что позволило безопасно переместить манекен весом 85 кг на расстояние 40 м без смещения конструкции [7].

Показателен исторический пример: эвакуация раненых в горах Афганистана (1980-е гг.). В ходе боевых действий в Афганистане советские военные медики и горные стрелки применяли альпинистские техники для эвакуации раненых из труднодоступных районов. Для спуска по крутым склонам использовалась система из узлов «булинь» и «восьмёрка», позволявшая надёжно зафиксировать носилки на верёвке. Согласно архивным материалам Центрального архива Министерства обороны РФ, применение данных методов позволило снизить смертность от вторичных травм при эвакуации на 37% по сравнению с примитивными методами волочения [7].

Несмотря на очевидные преимущества, использование туристических узлов в медицинской эвакуации имеет ряд ограничений. Во-первых, не все узлы одинаково надёжны при мокрой или обледенелой верёвке. Во-вторых, неправильно завязанный узел может привести к смещению конструкции, падению пострадавшего или усугублению травмы. В-третьих, некоторые узлы (например, «рыбацкий штык») сильно ослабляют верёвку – до 40–50% её разрывной нагрузки, что делает их непригодными для ответственных задач, связанных с жизнью человека [3].

Поэтому крайне важно, чтобы спасатели проходили специальную подготовку, включающую практическое освоение узлов, понимание их механики и условий применения. Кроме того, перед использованием необходимо проверять состояние верёвки: наличие потёртостей, разрывов, влаги или химического воздействия [1].

Также следует учитывать вес пострадавшего и тип местности. Например, при вертикальной эвакуации (спуск по склону) нагрузка на узлы возрастает многократно, что требует использования усиленных систем и дублирующих страховок. В таких случаях рекомендуется применять не менее двух независимых точек крепления, каждая из которых способна выдержать полную нагрузку, чтобы исключить риск полного отказа системы [4].

Во время разлива реки Уссури волонтёры МЧС и местные жители организовали переправу через затопленную зону с помощью верёвочной переправы. Для крепления носилок к основной верёвке применялись узлы «удавка с двумя полуштыками» и «восьмёрка». Это позволило безопасно транспортировать пожилых людей и детей на плотах, не допустив их падения в воду. Особое внимание уделялось контролю за состоянием узлов – они проверялись каждые 15 минут из-за риска ослабления под действием воды [5].

В ходе совместных учений сил гражданской обороны и воинских частей была отработана тактика эвакуации раненых из зоны условного обстрела. Солдаты использовали ремни, жгуты и стропы для создания системы переноски, основанной на узле «прямой штык» и «беседке из булиня». Учения показали, что даже при ограниченном времени (менее 3 минут) возможно создать устойчивую конструкцию, способную выдержать вес до 100 кг. При этом ключевым фактором успеха стало предварительное обучение личного состава узловому делу [7]. Это подчёркивает необходимость регулярной тренировки и отработки навыков в условиях, приближенных к реальным.

Практический опыт российских спасательных формирований подтверждает ценность этих навыков. В ходе ликвидации последствий схода селя в Карачаево-Черкесии в августе 2024 года группа спасателей Центроспаса столкнулась с необходимостью эвакуации пострадавших через разрушенный мост. Используя альпинистское снаряжение из аварийного комплекта и местные материалы (лианы и ветки деревьев), спасатели соорудили подвесную пе-

переправу. Для крепления носилок к несущей верёвке применялась комбинация узлов «булинь» и «двойной полуштык», обеспечивающая надёжную фиксацию даже при колебаниях конструкции. За шесть часов работы было эвакуировано 17 человек, включая троих с переломами нижних конечностей, без единого случая осложнения травм в процессе транспортировки [5].

Ещё один показательный пример – действия расчёта разведывательного взвода одной из мотострелковых бригад в условиях учений «Центр-2024». При выполнении задачи по эвакуации условно раненого из зоны химического заражения бойцы использовали только штатное снаряжение: стропы от разгрузочных систем, ремни и карабины. За 2 минуты 40 секунд был создан импровизированный «волокуш» с применением узла «булинь» для формирования петель под руки и ноги пострадавшего и «прямого штыка» для соединения строп в единую систему. При последующем перемещении на расстояние 800 метров по пересечённой местности конструкция сохранила целостность, а фиксация тела предотвратила смещение условно повреждённого позвоночника [7].

Важным аспектом применения узлов в экстремальных условиях является их «тактильная идентифицируемость» – способность распознавать правильность завязывания на ощупь при плохой видимости. Узел «восьмёрка» благодаря своей характерной форме легко контролируется даже в перчатках или в темноте, что делает его предпочтительным для ночных операций. В свою очередь, «булинь» обладает уникальным свойством: правильно завязанный узел имеет чёткую структуру «кроличьей норы», которую можно проконтролировать пальцами без визуального контакта – навык, критически важный при работе в задымлённых помещениях или в условиях ограниченной освещённости [3].

Использование туристических узлов для транспортировки раненых представляет собой практически значимый и жизненно важный навык, сочетающий элементы выживания, медицины и техники безопасности. Несмотря на кажущуюся простоту, правильное применение узлов требует глубокого понимания их свойств, тренированности и ответственности. В современных условиях такие навыки могут спасти не одну жизнь.

Согласно исследованиям Института чрезвычайных ситуаций МЧС России, спасатели, прошедшие специализированную подготовку по узловому делу, на 65% быстрее создают надёжные системы транспортировки и в три раза реже допускают критические ошибки при фиксации пострадавших по сравнению с неподготовленным персоналом [1]. Поэтому интеграция узлового дела в программы подготовки не только профессиональных спасателей, но и военнослужащих, волонтёров и даже старшеклассников представляется стратегически оправданной мерой повышения общей культуры безопасности населения.

Библиографический список

1. МЧС России. Основы тактической медицины. – М.: МЧС, 2023. – 216 с.
2. Белоусов А.В. Туристские узлы: справочник. – М.: Физкультура и спорт, 2021. – 96 с.
3. Alpine Rescue Association. Training Manual for Mountain Rescuers. – Innsbruck, 2023. – 184 p.
4. МЧС России. Ликвидация последствий ЧС в Приморье: аналитический доклад. – Владивосток, 2024. – 47 с.
5. Центроспас МЧС России. Отчёт о спасательной операции в Карачаево-Черкесии, август 2024 г. – М., 2024. – 28 с.
6. Международный комитет Красного Креста. Тактическая эвакуация раненых в условиях вооружённых конфликтов: методические рекомендации. – Женева, 2023. – 64 с.
7. Министерство обороны РФ. Материалы учений «Центр-2024»: тактическая медицина и эвакуация раненых. – М.: Воениздат, 2024. – 112 с.

УДК 355.233; ГРНТИ 78.15

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО КОМАНДНОГО УЧИЛИЩА

М.М. Федоров, С.С. Рыбакова
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище,
Россия, Рязань, Fedorovmihailmih@icloud.com

Аннотация. В статье рассмотрена эволюция методов обучения в военном образовании и обоснована необходимость интеграции инновационных подходов. Основное внимание уделено описанию и анализу конкретных технологий, внедряемых в учебный процесс. В статье обсуждаются организационно-педагогические условия успешного внедрения: подготовка преподавательского состава, модернизация материально-технической базы, адаптация учебных программ, изменение системы контроля занятий. Приводятся конкретные практики, рассматриваются преимущества и возможные риски.
Ключевые слова: командная подготовка, инновационные методы обучения, симуляторы, геймификация, смешанное обучение, профессиональные компетенции офицера.

THE INTRODUCTION OF MODERN METHODS OF TRAINING CADETS MILITARY COMMAND SCHOOL

M.M. Fedorov, S.S. Rybakova
Ryazan Guard Higher Airborne Command School,
Ryazan, Russia, Fedorovmihailmih@icloud.com

Abstract. The article examines the evolution of teaching methods in military education and substantiates the need to integrate innovative approaches. The main attention is paid to the description and analysis of specific technologies implemented in the educational process. The article discusses the organizational and pedagogical conditions for successful implementation: training of teaching staff, modernization of the material and technical base, adaptation of curricula, and changes in the classroom monitoring system. Specific practices are presented, advantages and possible risks are considered.
Keywords: team training, innovative teaching methods, simulators, gamification, blended learning, professional officer competencies.

Система военного образования России традиционно основывалась на строгих нормах, глубоком усвоении уставных положений и формировании железной дисциплины. Однако вызовы XXI века – сетецентрические войны, гибридные конфликты, взрывное развитие технологий и высокая скорость изменений оперативной обстановки – требуют от офицера качественно иных компетенций. Современный командир должен быть не только храбрым исполнителем, но и гибким тактиком, лидером-мотиватором, специалистом в области информационных технологий и критическим мыслителем.

Сложившаяся в ряде вузов модель, где доминирует пассивное восприятие информации через лекции и последующее воспроизведение на зачетах, не способна в полной мере сформировать такой комплекс навыков. Назрела острая необходимость в педагогической трансформации, цель которой – не отмена классических основ, а их усиление и обогащение за счет внедрения методов, переносящих акцент с трансляции знаний на формирование опыта и мышления. Данная статья исследует пути и условия такой трансформации в стенах военного командного вуза.

Теоретические основания и обзор современных методов обучения

Современная дидактика высшей школы смещает фокус с преподаватель-центрированной на обучающе-центрированную модель. В контексте военного вуза это означает переход от подготовки по принципу «знать устав» к принципу «уметь применять знания в сложной, динамичной и нестандартной обстановке». Ключевыми становятся методы, обес-

печивающие активность, вовлеченность, практико-ориентированность и рефлексию. Рассмотрим их подробнее.

1. *Имитационные и симуляционные технологии – основа практической подготовки нового уровня*

- Компьютерные тактические тренажеры: позволяют курсантам в роли командиров различных уровней управлять виртуальными подразделениями на цифровой карте местности. Моделируются действия противника, работа средств связи, последствия принимаемых решений. Такие системы развивают оперативное мышление, понимание взаимосвязей на поле боя и ответственность за приказы.

- Комплексные тренажерные системы для экипажей и расчетов: визуальные, динамические и информационные модели боевых машин (БМП, БМД) позволяют отрабатывать слаженность действий, доводя технические навыки до автоматизма перед выходом на реальную технику. Это экономит огромные материальные ресурсы (моторесурс, ГСМ, амортизация) и обеспечивает безопасность.

- Технологии виртуальной (VR) и дополнительной реальности (AR): создают эффект полного погружения. Курсант может отрабатывать процедуры в подбитой машине, действия в зоне радиоактивного заражения или штурм здания, имея визуальный, звуковой и тактильный отклик. AR-очки могут проецировать дополнительную информацию на реальные объекты во время полевых занятий.

2. *Активные и интерактивные методы работы в аудитории*

- Кейс-метод (Case-study): разбор реальных тактических ситуаций из истории войн или смоделированных современных сценариев. Курсанты анализируют исходные данные, принимают решения, защищают свою позицию в дискуссии. Это учит анализу, аргументации и учету множества факторов.

- Деловые и ролевые игры: моделирование процессов управления в кризисных ситуациях, ведения переговоров, работы штаба. Курсанты примеряют на себя разные функциональные роли (командир, начальник разведки, оперативный офицер), что развивает эмпатию и системное понимание.

- Метод проектов: групповая работа над решением комплексной задачи с конечным продуктом (например – проект плана информационного противодействия условному противнику в ходе учений, разработка новой схемы огня на местности). Формирует навыки проектного управления, командной работы и творческого подхода.

3. *Методы, основанные на рефлексии и анализе деятельности*

- After Action Review (AAR) – разбор после действия: стандартизированная процедура коллективного анализа любого учебного мероприятия. Фокусируется не на поиске виноватых, а на ответах на вопросы: «Что планировалось?», «Что произошло фактически?», «Что будем делать в следующий раз иначе?». Это ключевой инструмент формирования культуры постоянного совершенствования и обучения на ошибках.

4. *Геймификация и смешанное обучение*

- Геймификация: внедрение игровых элементов (баллы, рейтинги, уровни сложности, звания) в неигровой учебный контекст. Повышает внутреннюю мотивацию, вовлеченность и создает здоровую соревновательную среду.

- Смешанное обучение (Blended Learning): рациональное сочетание очных занятий и онлайн-активностей. Модель «перевернутый класс» предполагает самостоятельное изучение теории через видео-лекции и электронные материалы в часы самостоятельной работы, а ау-

диторное время отводится на практику, дискуссии и решение задач под руководством преподавателя. Это развивает самоорганизацию и позволяет индивидуализировать темп обучения.

Практическая модель внедрения: этапы, ресурсы, управление изменениями

Успешная интеграция новых методов – это комплексный организационно-педагогический проект, для реализации которого необходим ряд последовательно выполняемых этапов.

1. *Подготовительный этап (0-6 месяцев)*

-Диагностика и формирование видения: создание рабочей группы из представителей командования, ведущих преподавателей, методистов, психологов и IT-специалистов. Аудит текущего состояния, выявление «узких мест».

- Разработка «дорожной карты»: определение пилотных направлений (например, кафедра тактики и кафедра иностранных языков), конкретных целей, сроков, ответственных и критериев успеха.

- Ключевое мероприятие – обучение преподавателей. Без их готовности и умения работать с новыми технологиями любые инновации обречены. Необходимы циклы семинаров, мастер-классы, стажировки в передовых учебных центрах.

2. *Этап пилотирования и адаптации (6-18 месяцев)*

- Ограниченное внедрение выбранных методов в учебные группы пилотных кафедр.

- Создание необходимой инфраструктуры: модернизация аудиторий (интерактивные панели), развертывание платформы дистанционного обучения, оборудование класса.

- Постоянный сбор обратной связи от курсантов и преподавателей, методическая поддержка, корректировка учебно-методических комплексов.

3. *Этап масштабирования и институционализации (18-36 месяцев)*

- Включение успешных практик в основные образовательные программы всех профильных кафедр.

- Изменение системы оценки: переход от экзаменов по билетам к комплексным формам: защита проектов, оценка действий в симуляторах по множеству параметров, результаты участия в стратегических играх итоговых комплексных тактических учениях.

- Закрепление новых подходов в локальных нормативных актах училища.

4. *Управление рисками*

- Сопротивление изменениям: преодолевается через вовлечение авторитетных «агентов изменений», прозрачность целей, признание и поощрение первых успехов.

- Ресурсные ограничения: требуется поэтапное бюджетное планирование, поиск партнеров (оборонное НИИ, промышленные предприятия), акцент на внедрение сначала «малозатратных» педагогических методов (кейсы, AAR, геймификация).

- Формализм и профанация: противодействие через жесткий мониторинг не процесса, а результатов – рост объективных показателей обученности, положительные отзывы из войск о выпускниках.

Ожидаемые результаты и критерии эффективности

Эффективность внедрения должна оцениваться по следующим критериям.

1. Объективные (количественные) показатели:

- рост средних баллов на комплексных тактических учениях с применением объективных систем контроля;

- сокращение времени на принятие тактических решений в смоделированных условиях;

- улучшение показателей по итоговой государственной аттестации, особенно в практической ее части;

- повышение технической грамотности и скорости освоения новой техники.

2. Субъективные (качественные) показатели:

- результаты регулярных анонимных опросов курсантов об уровне вовлеченности, удовлетворенности и практической полезности занятий;

- экспертные оценки от преподавателей об изменении мышления и активности обучающихся;

- обратная связь из войск от командиров частей, где служат выпускники нового формата подготовки.

3. Культурно-образовательный эффект:

- формирование в училище среды непрерывного профессионального роста и взаимного обучения;

- становление у будущих офицеров устойчивости профессиональной рефлексии – привычки анализировать свои действия и извлекать из них уроки;

- повышение престижа военного образования и привлекательности профессии офицера для технически одаренной и мыслящей молодежи.

Внедрение современных методов обучения в военном командном училище – это стратегическая задача, от решения которой зависит боеспособность армии будущего. Это не одномоментная «технологическая революция», а целенаправленная планомерная педагогическая эволюция, требующая политической воли руководства, педагогического мастерства профессорско-преподавательского состава и современного материально-технического обеспечения. Синтез проверенных временем традиций военной школы (дисциплина, уставность, ответственность) с инновационными образовательными технологиями, активизирующими мышление и лидерский потенциал, позволит готовить офицеров принципиально нового типа. Эти специалисты будут способны не только выполнять приказ, но и самостоятельно оценивать обстановку, творить тактику, вдохновлять подчиненных и добиваться успеха в самых сложных условиях современного многомерного поля боя. Инвестиции в такую трансформацию образовательной среды – это самые эффективные инвестиции в оборону страны.

Библиографический список

1. Белова, М. С. Факторы, способствующие повышению эффективности психологической подготовки курсантов военных вузов / М. С. Белова, Е. И. Плотникова // Научный резерв. – 2024. – № 2(26). – С. 88-93. – EDN BRKSAP.

2. Захарик, С. В. Психологическая устойчивость военнослужащих-миротворцев - важнейший составляющий фактор миротворческих операций / С. В. Захарик, К. К. Костин, Д. А. Лузгин // Российский научный журнал. – 2011. – № 2(21). – С. 80-85. – EDN OMVNBX.

3. Эмоциональный интеллект в профессиональной деятельности военных лидеров / З. В. Габисов, В. И. Сергиенко, М. О. Севастьянов [и др.] // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2023 : Сборник трудов VI международного научно-технического форума. В 10-ти томах, Рязань, 01–03 марта 2023 года / Под общей редакцией О.В. Миловзорова. Том 9. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2023. – С. 185-190.

4. Киреев, А. В. Технологии развития творческого мышления военных специалистов / А. В. Киреев, И. А. Сурков, Л. П. Костикова // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2024 : Сборник трудов VII Международного научно-технического форума. В 10-ти томах, Рязань, 04–06 марта 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2024. – С. 120-123. – EDNTVKWXG.

5. Филиппов, П. А. Совершенствование подготовки подразделений частей Воздушно-десантных войск к выполнению задач в Арктике / П. А. Филиппов // Научный резерв. – 2023. – № 4(24). – С. 74-78. – EDN VJRCKI

6. Костикова, Л. П. Подготовка кадров высшей квалификации: научное руководство или наставничество? / Л. П. Костикова, А. С. Ольков, О. С. Федотова // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 80-1. – С. 172-175. – EDN SBQAYD.

7. Костин, К. К. Системный подход к профессиональному становлению офицеров в частях и подразделениях Воздушно-десантных войск / К. К. Костин, С. А. Корчмин, Д. В. Салькова // Военная мысль. – 2018. – № 11. – С. 77-90. – EDN YOCPML.

УДК 534.4; ГРНТИ 47.53

ОЗВУЧИВАНИЕ УЧЕБНЫХ ВИДЕОФИЛЬМОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

В.В. Миронов, Г.Г. Шишулин
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, sura14@internet.ru

Аннотация. В работе рассматриваются основные принципы озвучивания видеофильмов с использованием нейросетей.
Ключевые слова: синтез речи, озвучивание, модель, тестирование, улучшение, настройка, запись, монтаж.

VOICE-OVER OF EDUCATIONAL VIDEOS USING NEURAL NETWORKS

V.V. Mironov, G.G. Shishulin
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, sura14@internet.ru

The summary. This paper examines the basic principles of video dubbing using neural networks.
Keywords: speech synthesis, dubbing, model, testing, improvement, tuning, recording, editing.

В условиях быстро меняющегося мира и постоянного развития технологий возрастает потребность в качественном образовательном контенте. Видео является одним из наиболее эффективных форматов обучения, так как позволяет визуализировать информацию и делает процесс усвоения более интерактивным. Озвучивание учебных видеофильмов играет ключевую роль в восприятии и усвоении материала.

Традиционное озвучивание видеофильмов, несмотря на свои преимущества, сталкивается с несколькими значительными проблемами, которые могут затруднять создание качественного образовательного контента. Вот основные из них.

1. Высокие затраты

Процесс традиционного озвучивания требует значительных финансовых вложений. Аренда студии, оплата труда профессиональных дикторов, расходы на оборудование и постобработку звука могут стать серьезным бременем для образовательных учреждений и создателей контента.

2. Временные затраты

Запись и обработка озвучки занимают много времени, что может затянуть процесс создания видео. Часто возникает необходимость в повторных записях из-за ошибок или изменений в сценарии, что дополнительно увеличивает временные затраты.

3. Ограниченность выбора голоса

При традиционном озвучивании выбор диктора ограничен определенным количеством профессионалов. Из-за этого может возникнуть проблема несоответствия голоса диктора содержанию и стилю видео, что отрицательно сказывается на восприятии материала.

4. Отсутствие разнообразия

Нередко при озвучивании используется ограниченное количество голосов и акцентов, что может привести к однообразию и усталости слуха у зрителей. Это особенно критично для учебных видео, направленных на обучение разнообразным культурным контекстам и языкам.

5. Трудности адаптации

Традиционные методы озвучивания могут быть менее гибкими в отношении адаптации контента для различных аудиторий. Например, озвучивание видео на нескольких языках требует значительных усилий и дополнительных ресурсов для каждого языка.

6. Качество записи и обработки

Качество устного исполнения зависит от опыта диктора и технической стороны процесса. Плохое качество звука, фоновые шумы или недостаточное внимание к интонации и эмоциональной выразительности могут серьезно снизить воспринимаемость информации.

7. Ограниченная доступность

Не все образовательные учреждения имеют доступ к качественным звукозаписывающим студиям или профессиональным специалистам. Это затрудняет производство учебного контента, особенно для небольших организаций или индивидуальных создателей.

8. Необходимость обновления

С изменением учебных программ и образовательных стандартов часто возникает необходимость обновления уже озвученного контента. Традиционные методы требуют дополнительных затрат времени и ресурса для переозвучки.

Нейросети позволяют значительно сократить эти затраты, сделав процесс более доступным и быстрым. Это особенно важно для кафедр образовательных учреждений.

Современные нейросетевые технологии, обеспечивают высокое качество синтезированной речи, приближенную к естественной. Использование нейросетей позволяет создавать разнообразные голоса и акценты, что важно для многоязычного обучения и создания мультимедийного контента для разных целевых аудиторий.

Технологии синтеза речи могут стать инструментом для индивидуализации образовательного процесса. С помощью нейросетей можно адаптировать озвучивание в зависимости от уровня знаний и предпочтений учащихся, создавая уникальный контент, который лучше соответствует их потребностям.

Использование нейросетей для озвучивания видеофильмов открывает новые возможности для педагогов и разработчиков образовательного контента. Это может включать в себя создание интерактивных видеоуроков, которые реагируют на действия обучающихся, или использование голосовых помощников для сопровождения учебного процесса.

Существует растущий интерес к применению искусственного интеллекта и машинного обучения в различных областях, включая образование. Нейросети становятся важным элементом этого процесса, предоставляя новые инструменты для создания инновационного контента.

Выбор и настройка модели синтеза речи при озвучивании фильма нейросетью являются ключевыми этапами, от которых зависит качество итогового продукта. Рассмотрим основные аспекты, которые следует учитывать при выборе и настройке модели синтеза речи.

Выбор модели синтеза речи

Типы моделей представлены на рисунке 1.

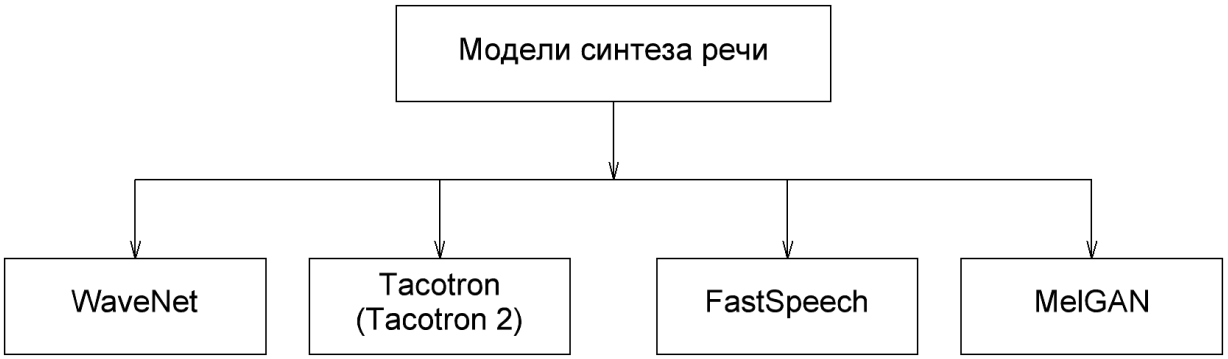


Рис. 1. Типы моделей синтеза речи

WaveNet – это модель, разработанная компанией DeepMind (рис. 2), которая обеспечивает высокое качество синтезированной речи благодаря использованию глубоких нейронных сетей. WaveNet способна генерировать аудиосигналы, приближенные к естественной речи.

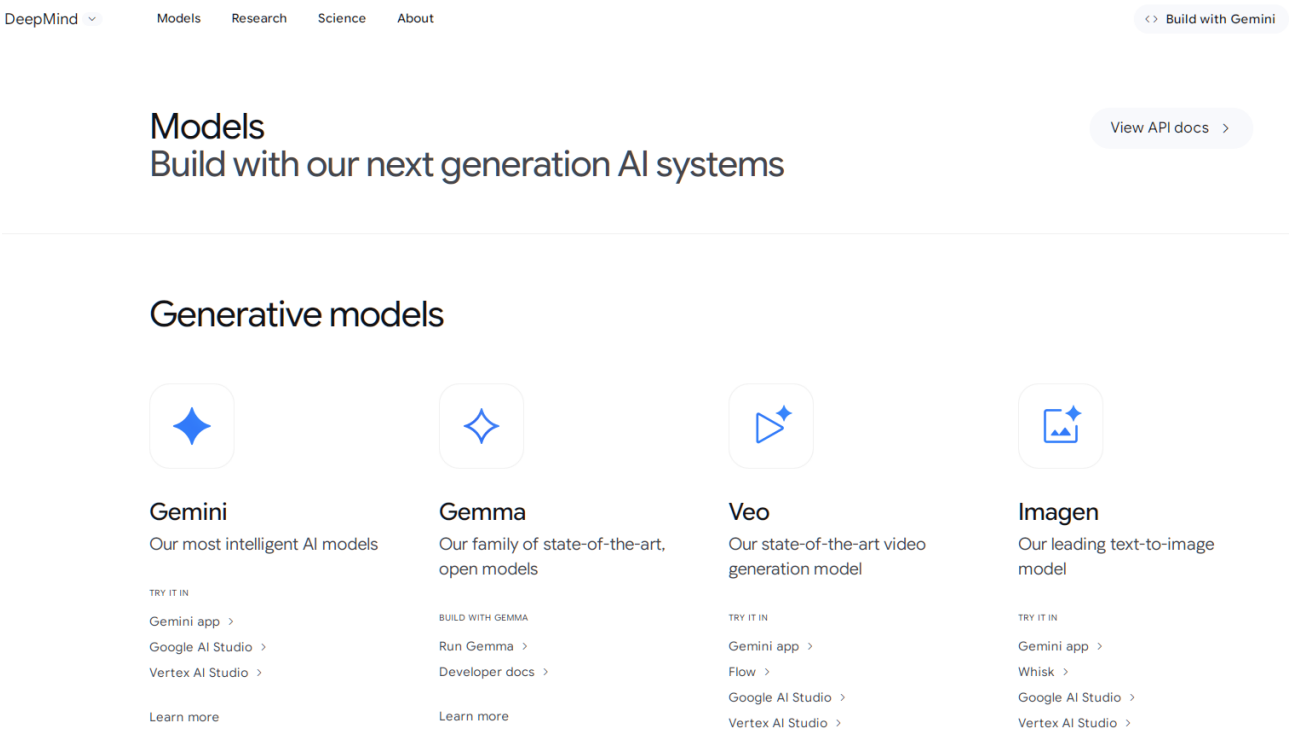


Рис. 2. Модель типа WaveNet

Tacotron и Tacotron 2 – модели, которые сначала преобразуют текст в спектрограммы, а затем используют vocoder, такие как WaveNet, для генерации звука. Tacotron 2, в частности, обеспечивает более естественное звучание и лучше справляется с интонацией.

FastSpeech – модель, основанная на принципах Tacotron, но более быстрая в обучении и синтезе речи. FastSpeech делает акцент на детерминированном синтезе, что позволяет получать результат за гораздо более короткое время.

MelGAN – это модель, которая также непосредственно синтезирует звуковые сигналы из спектрограмм и позволяет достигать хорошего качества при меньших вычислительных затратах.

Параметры выбора:

– качество синтеза – на первом месте должна стоять способность модели генерировать естественную, понятную и выразительную речь;

– язык и акцент – если видеофильм ориентирован на международную аудиторию, необходимо выбирать модели, поддерживающие нужные языки и акценты;

– модели для обучения – некоторые модели требуют обширного массива данных для обучения, в то время как другие могут быть предобученными и легко адаптируемыми к новым сценариям.

Настройка модели

Подготовка данных:

– сбор текстовых и голосовых данных – для обучения модели потребуется текстовая информация (сценарий) и, возможно, аудиоданные, чтобы адаптировать голос к требованиям проекта;

– предобработка данных – удаление лишней информации, нормализация текста (устранение опечаток, работа с различными форматами) и разбиение текста на части, если это необходимо для синтеза.

Подбор гиперпараметров:

– частота дискретизации – определение оптимальной частоты дискретизации для аудиофайлов, так, низкая частота дискретизации может привести к потере информации и искажению сигнала, когда высокие частоты "перекрываются" с низкими и создают ложные сигналы, а высокая частота дискретизации может обеспечить лучшее качество звука или изображения, но также требует больше места для хранения и большей пропускной способности при передаче данных;

– длительность очереди – корректировка длины входных данных для стабильного синтеза;

– количество периодов обучения – определение числа итераций, необходимых для достижения оптимального качества. Правильное распределение периодов обучения может способствовать более глубокому усвоению материала и лучшей подготовке студентов к профессиональной деятельности. Вместе с тем, знание количества периодов обучения помогает в планировании учебного процесса, распределении ресурсов и управлении учебным временем.

Обучение:

– передача модели – если существует предобученная модель, можно ее использовать как базу и дообучить на вашем наборе данных, что значительно сократит время обучения.

– мониторинг процессов обучения – необходимо следить за метриками качества (например, Loss function) и вносить коррективы по мере необходимости.

Тестирование и улучшение

Оценка качества синтеза:

– субъективное тестирование – проведение тестирования на фокус-группах или среди целевой аудитории для получения отзывов о качестве озвучивания. При этом есть возможность получать информацию, которую нельзя измерить количественно и выявляются нюансы восприятия и мотивации учащихся. Но объективность мнений может зависеть от личных предпочтений студентов, имеется возможность наличия предвзятости в ответах и влияние других факторов (например, уровень стресса в момент тестирования), а также возникают трудности в анализе и интерпретации неструктурированных данных;

– объективные метрики – использование метрик качества, таких как PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) или MOS (Mean Opinion Score) для количественной оценки, на-

пример, выполнения заданий в условиях, приближенных к реальным (симуляция боевых действий или управления военной техникой), а доля студентов, успешно выполнивших практические задачи, может оценивать уровень подготовки к реальным условиям.

Итеративное улучшение – на основе полученных результатов тестирования следует вносить изменения в настройки модели или ее архитектуру и продолжать процесс до достижения желаемого качества.

Преимущества озвучивания с помощью нейросетей:

– быстрота и экономия ресурсов;

– адаптация под разные языки и акценты;

– возможность кастомизации голоса;

– этические аспекты (например, использование голосов известных личностей).

Недостатки:

– качество синтезированной речи (естественность);

– потребности в мощных вычислительных ресурсах;

– ограничения по эмоциональной выразительности.

УДК 004:614.253 ГРНТИ 76.37.39; 07.37.39

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

О.С. Бацких, В.Н. Портнова

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантного командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова, Российская Федерация, Рязань, rvvdku@mil.ru

Аннотация. В работе рассматриваются варианты взаимодействия военной медицины и информационных технологий. Приводятся основные направления развития технического прогресса в военной медицине. Рассмотрены наиболее часто используемые разработки.

Ключевые слова: информационные технологии, военная медицина, оказание медицинской помощи, реабилитация военных.

INFORMATION TECHNOLOGY IN MILITARY MEDICINE

O.S. Batskikh, V.N. Portnova

Ryazan Guards Higher Airborne Command School named after Army General V.F. Margelov, Russian Federation, Ryazan, solovegor2006@gmail.com

The summary. This paper examines the interactions between military medicine and information technol-ogy. It outlines the main areas of technological advancement in military medicine and reviews the most frequently used technologies.

Keywords: Information technology, military medicine, provision of medical care, rehabilitation of military personnel.

Боевые действия всегда в первую очередь приводят не к победам и поражениям. Они приводят к смертям и страшным ранениям. И если вернуть к жизни погибших, к сожалению, невозможно, то помочь раненым – задача вполне выполнимая [3].

Медицинская помощь и информационные технологии неразрывно связаны – своевременная помощь способна спасти жизни и предотвратить серьёзные последствия и значительно снизить количество травм военнослужащих.

Остановимся на некоторых из них.

В России ведётся работа по созданию единой цифровой платформы для управления медицинскими ресурсами в условиях СВО. В гражданской жизни уже применяются такие технологии – МИС – медицинские информационные системы. Это специализированное про-

граммное обеспечение для автоматизации бизнес-процессов медицинских организаций, охватывающее клиническую, административную и управленческую деятельность.

По аналогии была создана МИС в военной медицине. Военные медицинские информационные системы имеют специфику:

– автономная работа в условиях отсутствия связи;
– интеграция с системами эвакуации раненых и управления медицинскими ресурсами;
– поддержка тактический помощи при ранениях в полевых условиях;
– совместимость с международными стандартами.

Телемедицинские комплексы позволяют проводить консультации между медиками на передовой и специалистами в тыловых госпиталях в режиме реального времени, что критически важно для принятия решений в условиях ограниченных ресурсов.

В условиях СВО активно внедряются системы удалённой диагностики для поддержки медработников в зонах боевых действий. Это позволяет контролировать действия медперсонала, своевременно помочь ему рекомендациями.

Системы искусственного интеллекта применяются для анализа медицинских изображений и патологической диагностики, прогнозирования состояния раненых на основе данных мониторинга, поддержки принятия решений в условиях дефицита ресурсов. Хочу уточнить, что искусственный интеллект не заменяет медперсонал, а создан в помощь врачам, т.к. даже незначительные задержки или упущенные детали могут повлиять на качество ухода за пациентами [1].

3D-печать также используется в военной медицине. 3D-печатный «гипс» – это персонализированное, легкое и прочное ортопедическое изделие, создаваемое по 3D-скану пациента, которое значительно эффективнее фиксирует сломанные кости, чем традиционные повязки. В тактической медицине подобные материалы нового поколения позволяют обеспечить мобильность, комфорт при ношении, а также ускоряют восстановление благодаря вентиляции и гигиене.

Военные конфликты, начиная с Первой мировой, неизменно приводят к массовым ампутациям и тяжелым травмам, что требует уникальных решений. Протезы для военных отличаются от гражданских по своим целям: они ориентированы не только на повседневную активность, но и на возвращение в строй, физическую нагрузку, экстремальные условия и оперативную интеграцию в экипировку. Исследование журнала The Lancet (2019) зафиксировало рост потребности в военных протезах на 47% за последние 15 лет, что вызвано изменением характера ранений и усовершенствованием методов спасения жизни. В результате прогресс в этой области остается критическим для обороноспособности стран и качества реабилитации военных ампутантов [1].

В 2025 году в Москве прошёл Международный научно-практический форум «Российская неделя здравоохранения – 2025», в рамках которого тысячи производителей медизделий и оборудования презентовали свои новинки.

В настоящее время существует множество российских инновационных решений, предназначенных для оказания помощи, лечения и последующей реабилитации военнослужащих, принимающих участие в специальной военной операции. Эти разработки способствуют их восстановлению и адаптации к полноценной жизни после получения травм. Одним из таких достижений является создание в Москве устройства для проведения непрямого массажа сердца, получившего название «Арка». Представляющее собой полую внутри конструкцию дугообразной формы, оно оснащено компактным прибором, расположенным сверху. Роботизированное устройство также обладает вакуумно-присосочным механизмом, обеспечивающим декомпрессию, и снабжено дисплеем с элементами управления.

Цитата начальника отдела сервиса компании-производителя Дмитрия Поминова: «Пациент размещается и фиксируется с помощью специальных ремней внутри дуги. Далее робот самостоятельно определяет место нахождения сердца и начинает массаж в соответст-

вии с одной из трех выбранных программ: бесконечная компрессия – 105 нажатий в минуту с глубиной пять сантиметров, 15/2 (детский режим) – 15 нажатий на грудную клетку и пауза для двух вдохов, 30/2 – 30 нажатий и пауза».

Также Д. Поминов уточнил, что кардиоробот полностью заменяет врача и освобождает руки. Переносной роботизированный комплекс для сердечно-легочной реанимации обладает значительными преимуществами. Пациент, подключенный к устройству, может быть перемещен в другую позицию, в том числе усажен, без прерывания компрессионных мероприятий. Роботизированная система, оснащенная двумя источниками питания, обеспечивает непрерывную работу в течение приблизительно 90 минут. Более того, предусмотрена возможность замены аккумуляторов без остановки процесса компрессии. Данный робот находит применение в условиях активных боевых действий также благодаря своей компактности.

Аналогичное устройство было разработано специалистами из Саратова. Саратовский кардиоробот обладает основными функциональными возможностями, схожими с другими подобными аппаратами. Однако имеются и отличия: в нем отсутствует режим для детей, но при этом он значительно превосходит конкурентов по компактности. Благодаря использованию ременной системы крепления, аппарат адаптируется к грудной клетке пациентов различных размеров.

Представитель коммерческого отдела компании - производителя Андрей Дицин заявил, что скоро планируется начало применения данных аппаратов в зоне специальной военной операции. Кроме того, данное оборудование будет устанавливаться в палатах интенсивной терапии, отделениях реанимации, а также использоваться в комплектации реанимобилей и при осуществлении санитарной авиации. [2].

Инновационная разработка российских ученых из Нижнего Новгорода – лечебно-профилактический матричный аппарат «Elmedlife H». Он представляет собой своеобразный мягкий шлем, собранный из одинаковых квадратных устройств, соединенных проводами. При активации устройства на нем загораются индикаторы красного цвета.

Представил аппарат, предназначенный для улучшения мозгового кровообращения посредством воздействия красного и инфракрасного света, Дмитрий Гольцман, генеральный директор комапании – разработчика. Световое излучение инициирует фотохимическую реакцию, известную как фотобиомодуляция, благодаря глубокому проникновению в клетки головного мозга. Этот процесс способствует усилению кровотока, что приводит к повышению общего тонуса мозга, ускорению восстановления тканей.

В дополнение к этому, специалисты разработали аналогичное устройство для стимуляции легочной функции. Данный аппарат, также основанный на световой терапии, способствует восстановлению организма при таких состояниях, как фиброз, бронхит и пневмония. Этот прибор активно применяется в процессе реабилитации участников специальной военной операции.

В Ивановской области освоено производство инновационных устройств для электростимуляции. Данный метод терапии зарекомендовал себя как эффективное средство для купирования болевых синдромов и ускорения процессов регенерации после получения травм. Воздействие на мышечные ткани осуществляется посредством электрических импульсов, чья частота и характер тщательно подобраны для имитации физиологических сигналов, генерируемых центральной нервной системой. Располагаемые непосредственно в зоне повреждения электроды формируют локальное электрическое поле, стимулирующее сокращение мышечных волокон.

Этот процесс активирует циркуляцию крови, способствует обменным процессам и улучшает доставку кислорода к тканям.

Управление устройством осуществляется посредством специального программного обеспечения, устанавливаемого на мобильное устройство, в котором есть встроенные мето-

дики лечения. При необходимости можно самостоятельно регулировать уровень воздействующих сигналов.

В настоящее время предприятие реализует пилотный проект совместно с Российской академией неврологии и нейронаук, направленный на лечение и профилактику мононейропатии – состояния, характеризующегося чрезмерным сжатием нервных окончаний конечностей. Электроды отечественного производства используются в Ивановском центре спортивной медицины и ЛФК для коррекции последствий различных повреждений.

В Москве разрабатывают и производят инновационные экзоскелеты. Их комплектация включает модули функциональной электростимуляции и оценки реабилитационного потенциала, а также голосового помощника, позволяющего управлять устройством голосовыми командами. Тренировки начинаются с получаса, а дальше потихоньку начинается наращивание уровня сложности упражнения. Человек осваивает движение в разные направления: назад, вперед, повороты, змейкой, подъем и спуск по лестнице. В среднем курс реабилитации занимает около месяца, но все индивидуально.

Разработанные в России экзоскелеты не нуждаются в сложном техническом обслуживании. Эти устройства уже внедрены в Федеральном центре мозга и нейротехнологий, а также в других учреждениях ФМБА России и функционируют более чем в 200 клиниках. Их эффективно применяют при реабилитации участников специальной военной операции с потерей конечностей. В конструкции предусмотрена возможность занятий в положении сидя, а также обучение ходьбе с использованием протеза. При наличии, например, осколочной травмы спинного мозга, экзоскелет помогает восстанавливать кровообращение благодаря вертикальному положению тела.

Одна из важных российских разработок – бионические протезы. Участники СВО, потерявшие конечности, получают протезы бесплатно в рамках госпрограммы через Социальный фонд РФ. Программа реабилитации выстраивается индивидуально.

В Подмосковье создаются механические и бионические протезы для различных повреждений – от потери нескольких пальцев до практически полной ампутации конечностей. Эти устройства способны выполнять не только повседневные задачи, но и позволяют играть на гитаре. При выходе из строя протез забирает курьер, доставляет на завод для диагностики и восстановления, затем возвращается пациенту. Раньше с импортными аналогами возникали задержки – ожидание замены могло длиться полгода. Теперь срок ремонта сократили до нескольких недель.

В чем же принципиальные различия материалов от гражданских решений?

Военные протезы требуют большей прочности, стойкости к экстремальным температурам, пыли, воде, нагрузкам. Электронные компоненты проходят двойное резервирование цепей и покрываются влагостойким лаком – это снижает вероятность выхода из строя при попадании в пресную и морскую воду. Основной компромисс – увеличение стоимости и веса протеза при сохранении аварийной ремонтопригодности.

В Российской Федерации активно проводится научно – исследовательская разработка специализированной машины для транспортировки и управления, а также эвакуационная платформа с дистанционным управлением. Дистанционно управляемый модуль оснащен системой видеонаблюдения, лазерными дальномерами и защищенным контейнером. Его предполагаемая грузоподъемность составляет 150 килограммов. Тем не менее, результаты проведенных испытаний выявили необходимость дальнейшей модификации комплекса для обеспечения его надежной и эффективной работы в условиях реальных боевых действий.

Ключевым драйвером современной военной медицины становится цифровизация. IT-решения больше не играют второстепенную роль, а формируют основу новой проактивной модели оказания помощи. Это напрямую влияет на сохранение жизней бойцов и рациональное использование медицинского потенциала.

Библиографический список

1. Протезы для нового качества жизни Военные протезы // Протезов URL: https://протезов.рф/ (дата обращения: 15.02.2026).
2. Умный экзоскелет, особенный шлем, протезы: топ-5 новинок для реабилитации ветеранов СВО // Дзен URL: https://dzen.ru/a/aThScZmXjixm0W3J (дата обращения: 15.02.2026).
3. Ремонт человека: как Минобороны протезирует участников СВО // Мир роботехники. URL: https://roboticsworld.ru/cases/remont-cheloveka-kak-minoborony-proteziruet-uchastnikov-svo/ (дата обращения: 15.02.2026).

УДК 355.4:623.746.4-519 ГРНТИ 78.19.03

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ В ТАКТИЧЕСКОМ ЗВЕНЕ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК: ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

В.Ю. Гужвенко*, Е.Э. Соловьев**

**Военный университет Министерства обороны Российской Федерации*
Российская Федерация, Москва, vu-nu@mil.ru
***Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантного*
командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Российская Федерация, Рязань, rvvdku@mil.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы противодействия беспилотным летательным аппаратам в тактическом звене Воздушно-десантных войск. На основе анализа боевого опыта, полученного в ходе специальной военной операции, выявлены основные угрозы, исходящие от ударных и разведывательных дронов противника. Проанализированы современные тактические приемы борьбы с БПЛА, применяемые в подразделениях ВДВ. Определены приоритетные направления организационного развития системы противовоздушной обороны тактического звена, включая совершенствование подготовки личного состава, создание эшелонированной системы обнаружения и поражения целей, а также интеграцию новых технических средств в существующую структуру войск.
Ключевые слова: Воздушно-десантные войска, беспилотные летательные аппараты, противодействие БПЛА, тактическое звено, специальная военная операция, FPV-дроны, организационное развитие, противовоздушная оборона.

COUNTERING UNMANNED AERIAL VEHICLES AT THE TACTICAL LEVEL OF THE AIRBORNE FORCES: MODERN CHALLENGES AND PRIORITY DIRECTIONS OF ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT

V.Yu. Guzhvenko, E.E. Solovyov

Ryazan Guards Higher Airborne Command School named after Army General V.F. Margelov
Russian Federation, Ryazan, solovegor2006@gmail.com

The summary. The article examines current issues of countering unmanned aerial vehicles (UAVs) at the tactical level of the Airborne Forces. Based on the analysis of combat experience gained during the special military operation, the main threats posed by enemy strike and reconnaissance drones are identified. Modern tactical methods of combating UAVs used in airborne units are analyzed. Priority directions for the organizational development of the tactical-level air defense system are determined, including improving personnel training, creating an echeloned system for target detection and engagement, and integrating new technical means into the existing troop structure.
Keywords: Airborne Forces, unmanned aerial vehicles, counter-UAV, tactical level, special military operation, FPV drones, organizational development, air defense.

Эволюция военных технологий, обусловленная повсеместным внедрением беспилотных авиационных систем, коренным образом изменяет классическую парадигму ведения боевых действий на тактическом уровне [1]. Если на начальном этапе своей интеграции в войсковую практику дроны рассматривались исключительно как вспомогательный инструмент разведки и наблюдения, то сегодня они стали главным ударным средством, сочетающим в себе уникальные характеристики: экономическую доступность, высокую точность поражения и возможность создания плотных роевых группировок [2]. Для Воздушно-десантных войск, чья оперативная концепция исторически базируется на принципах стратегической мобильности, скрытности и автономного выполнения задач в изоляции от основных сил, данная тенденция приобретает характер фундаментального вызова. Объективная ограниченность номенклатуры штатных зенитных средств, обусловленная требованиями авиатранспортабельности и десантирования, формирует у легких подразделений ВДВ специфическую уязвимость перед лицом массово применяемых и тактически гибких беспилотных комплексов противника. В связи с этим проблема выстраивания эффективной, структурно обоснованной и адаптивной системы защиты от дронов на уровне «взвод-рота» переходит в разряд безусловных приоритетов военного строительства [3].

Характер угрозы, исходящей от беспилотных аппаратов, отличается высокой степенью проникновения во все эшелоны боевого порядка, ситуативной изменчивостью и многоуровневостью построения. В зоне ответственности даже небольшого тактического формирования могут одновременно или последовательно действовать разведывательные дроны, барражирующие боеприпасы и средства коррекции артиллерийского огня. Противник последовательно внедряет тактику группового использования дронов, нацеленную на перегрузку систем обнаружения, исчерпание боекомплекта средств поражения и непрерывное психологическое воздействие на личный состав. Подобный операционный подход целенаправленно нивелирует традиционные преимущества десантных частей, основанные на факторах неожиданности, скрытности маневра и высокой скорости перемещения. Анализ боевого опыта соединений ВДВ, участвующих в специальной военной операции, неопровержимо свидетельствует о формировании устойчивой «мертвой зоны» в прифронтовой полосе (от одного до трех километров от переднего края) [2] . В этом пространстве десантник вынужден противостоять беспилотной угрозе самостоятельно, без оперативной поддержки со стороны штатных полковых средств ПВО, которые конструктивно не предназначены для перехвата сверхмалых и высокоманевренных объектов.

Ключевым положением, требующим осмысления, является невозможность эффективного купирования данной угрозы в рамках поиска единственного универсального технического устройства. Объективно необходима последовательная реализация системной методологии, опирающейся на три основополагающих принципа: эшелонированность обороны, перманентность противодействия и приоритет активных действий над пассивным ожиданием [3]. Эшелонирование предполагает формирование взаимосвязанных, сопряженных по информационным каналам и огневому воздействию рубежей, простирающихся от дальней зоны ответственности бригадной разведки до ближней черты непосредственного контакта с дроном на дистанции нескольких десятков метров. Принцип перманентности диктует неукоснительное выполнение комплекса защитных мероприятий на всех этапах выполнения задачи: при выдвижении, развертывании в боевые порядки, занятии позиций и их смене. Принцип активности выражается в безусловном доминировании упреждающих мер маскировки, радиоэлектронного подавления и, что особенно важно, системной охоты за наземными элементами вражеской беспилотной системы – операторами, расчетами и пунктами управления - над пассивным ожиданием атаки и запоздалым реагированием на уже свершившийся удар.

Практическая реализация данных концептуальных установок в тактическом звене ВДВ структурируется по нескольким неразрывно связанным направлениям, совокупность которых формирует целостную систему противодроновой обороны.

Организационно-штатные преобразования занимают в этой системе центральное место. Первоочередной мерой, требующей безотлагательного внедрения, является институционализация в структуре десантно-штурмовых батальонов специализированных подразделений – взводов или расчетов борьбы с беспилотными аппаратами. Речь идет о создании мобильных тактических групп, оснащаемых не столько дорогостоящими зенитными ракетными комплексами, сколько собственными FPV-перехватчиками, портативными станциями РЭБ и компактными обнаружителями. Боевая практика таких формирований, как расчет «Кречет» или подразделения новороссийских десантников, убедительно подтверждает высокую результативность тактики «воздушного тарана», когда недорогой дрон-перехватчик уничтожает многократно более дорогой разведывательный аппарат, фактически ослепляя систему управления вражеской бригады [4; 5]. На ротном и взводном уровнях императивным требованием становится введение должности специализированного наблюдателя за воздушной обстановкой, оснащенного не только традиционной оптикой, но и акустическими, а в перспективе – малогабаритными радиолокационными датчиками, способными селектировать малоразмерные низколетящие объекты.

Одновременно с организационными изменениями приобретает критическое значение неукоснительное соблюдение норм тактической маскировки. Рассредоточение боевых порядков для исключения массового поражения личного состава и техники, квалифицированное инженерное оборудование позиций с возрождением практики заглубленных фортификационных сооружений с усиленными перекрытиями, активное использование современных маскировочных комплектов, минимизирующих демаскирующие признаки в различных спектрах излучения, переходят из разряда рекомендаций в категорию жестко контролируемых, обязательных к исполнению нормативов [6].

Вторым системообразующим направлением выступает применение средств радиоэлектронного воздействия. Интеграция переносных комплексов РЭБ в штатную структуру ротного звена создает технологическую возможность для избирательного подавления каналов управления и навигации вражеских дронов [3]. Однако эффективность данных средств находится в прямой зависимости от уровня подготовки операторов. Требуется не формальное наличие подавителя, а способность бойца вести непрерывную радиоэлектронную разведку, идентифицировать типы применяемых противником аппаратов и используемые ими частоты, своевременно выявлять переход дрона на резервные каналы и вести полноценное радиоэлектронное противоборство [4]. Отсутствие в оснащении частотных анализаторов, позволяющих достоверно установить рабочий канал, сводит на нет эффективность антидроновых ружей, особенно против FPV-аппаратов, функционирующих в режиме инерциальной навигации.

Третье направление концентрируется на огневом поражении воздушных целей. Штатный комплекс вооружения десантного отделения объективно требует приведения в соответствие с новыми задачами ПВО. Эта задача решается не столько внедрением принципиально новых образцов, сколько перестроенной системой огневой подготовки. Необходимы методически выверенные, регулярные тренировки расчетов крупнокалиберных пулеметов и автоматических гранатометов по поражению высокоманевренных малоразмерных целей [6]. Должна быть организована система зон сплошного заградительного огня из стрелкового оружия по фиксированным секторам, а также обеспечена постоянная готовность расчетов ПЗРК к уничтожению разведывательных дронов. Навык мгновенной идентификации типа приближающегося аппарата, ухода с линии атаки и открытия прицельного огня из индивидуального оружия должен быть сформирован у каждого десантника на уровне безусловного рефлекса [3].

Однако техническое переоснащение и оптимизация штатной структуры не дадут желаемого результата без коренной перестройки парадигмы тактической подготовки. Современная программа обучения закономерно смещает акценты с формальных показателей на

формирование устойчивых, рефлекторно воспроизводимых алгоритмов выживания. Принципиальное значение приобретает фортификационное оборудование: возвращение в практику заглубленных укрытий с жестким перекрытием продиктовано необходимостью защиты от сбросов [6]. Тактика наступательных действий пересматривается в сторону предельного дробления боевых порядков и максимизации скорости: доставка штурмовых групп на быстроходных малогабаритных платформах позволяет сократить время уязвимости и лишить противника возможности корректировки огня [5].

Интегрирующая, системообразующая функция в сведении всех направлений в единый организм принадлежит младшему командиру – командиру взвода и отделения. Именно его тактическая грамотность, компетентность и воля выступают определяющими факторами организации непрерывного наблюдения, рационального распределения огневых средств и контроля исполнения нормативов. Более того, на младшего командира ложится задача оперативного обучения подчиненных на основе актуального боевого опыта. Формирование у каждого бойца специфического «противодронового» мышления, запускающего защитные алгоритмы при малейших признаках угрозы, сегодня является приоритетной задачей [3].

Организация противодействия БПЛА в тактическом звене ВДВ объективно требует комплексного подхода, затрагивающего штатную структуру, методику подготовки и номенклатуру вооружения [1]. Традиционные средства ПВО бригадного звена в силу объективных ограничений неспособны обеспечить сплошное прикрытие каждой штурмовой группы. Ответ на асимметричный вызов должен быть адекватен по природе: это гибкая, адаптивная система, в которой технологические инновации выступают органичным усилением фундаментальной тактической выучки. Первоочередной мерой является введение в состав каждого батальона штатного взвода противодействия БПЛА [5]. Фундамент же нового профессионального мировоззрения необходимо закладывать на этапе вузовской подготовки, чтобы будущий командир прибывал в войска с четким пониманием алгоритмов создания защитного контура от тотальной воздушной угрозы.

Библиографический список

1. Гордиенко, А. А. Особенности противодействия беспилотным летательным аппаратам в тактическом звене / А. А. Гордиенко // Общественные и гуманитарные науки. Военная подготовка : материалы 89-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 3–18 февраля 2025 г. – Минск : БГТУ, 2025. – С. 696–701. – URL: https://elib.belstu.by/handle/123456789/70231 (дата обращения: 13.02.2026).

2. Широкорад, А. Б. СВО : два года противостояния / А. Б. Широкорад. – М.: Вече, 2024. – 608 с. – ISBN 978-5-4484-4720-4.

3. Литвиненко, В. И. Беспилотники: применение и борьба с ними : учебное пособие для курсантов военных высших учебных заведений / В. И. Литвиненко. – М.: КноРус, 2025. – 207 с. – (Военная подготовка).

4. Гринкевич, В. Охота на смертельных «птичек» : как военные борются с вражескими БПЛА, и почему это не всегда получается / В. Гринкевич // Профиль. – 2024. – № 19/20 (229). – С. 41–43.

5. Бойцы ВДВ уничтожили дроны «врага» в ходе учений «Взаимодействие-2025» [Электронный ресурс] // Телеканал «Звезда». – 2025. – 1 сентября. – URL: https://pablic.tvzvezda.ru/news/20259213-qllfp.html (дата обращения: 13.02.2026).

6. Штурмовиков «обкатывают» беспилотниками : десантников Ивановского соединения ВДВ обучают противодействию атакам FPV-дронов [Электронный ресурс] // Комсомольская правда. – 2025. – 12 июля. – URL: https://www.kp.ru/daily/27724.5/5113463/ (дата обращения: 13.02.2026).

УДК 002.215; ГРНТИ 78.25.33

STARLINK КАК СРЕДСТВО СВЯЗИ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ

В.А. Королев, Ф.А. Сусь, К.Р. Беззубцев

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Российская Федерация, Рязань, korolevvlad@yandex.ru, aleksandrsus7@gmail.com, bezzubcev.kirill2017@gmail.com

Аннотация. В работе выполнен анализ зарубежной низкоорбитальной спутниковой системы Starlink, её технического устройства и применения в зоне СВО, выявлены ключевые тактические преимущества и системные риски использования данной технологии в современных боевых условиях. Основное внимание уделено особенностям обеспечения связи на командных пунктах, интеграции с беспилотными системами, корректировке огня в реальном времени и механизмам устойчивости канала связи к традиционным средствам РЭБ. Рассмотрены ограничения системы, связанные с технологической зависимостью от иностранного оператора, рисками удалённого отключения (геофенсинга) и физической уязвимостью абонентских терминалов. Цель работы – на основе оценки эффективности Starlink в зоне боевых действий обосновать необходимость ускоренного развёртывания отечественных низкоорбитальных спутниковых группировок и совершенствования комплексов радиоэлектронной борьбы для обеспечения технологической независимости и сохранения контроля над электромагнитным спектром.

Ключевые слова: Starlink, низкоорбитальная спутниковая связь, зона СВО, БПЛА, радиоэлектронная борьба (РЭБ), геофенсинг, устойчивость связи, технологическая независимость.

STARLINK AS A COMMUNICATION TOOL IN MODERN REALITIES

V. A. Korolev, F. A. Sus, K. R. Bezzubtsev

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Russia, Ryazan, korolevvlad@yandex.ru, aleksandrsus7@gmail.com, bezzubcev.kirill2017@gmail.com

The summary. This paper analyzes the foreign low-orbit satellite system Starlink, its technical architecture and application in the Special Military Operation (SMO) zone, identifying key tactical advantages and systemic risks associated with the use of this technology in modern combat conditions. Primary attention is given to communication support at command posts, integration with unmanned systems, real-time artillery fire correction, and mechanisms ensuring channel resilience against conventional electronic warfare (EW) means. The study examines system limitations related to technological dependence on a foreign commercial operator, risks of remote disablement (geofencing), and physical vulnerability of user terminals. Based on the assessment of Starlink's effectiveness in combat zones, the paper substantiates the necessity of accelerating the deployment of domestic low-orbit satellite constellations and advancing electronic warfare complexes to ensure technological independence and maintain control over the electromagnetic spectrum.

Keywords: Starlink, low-orbit satellite communications, SMO zone, UAVs, electronic warfare (EW), geofencing, communication resilience, technological independence.

Starlink представляет собой проект компании SpaceX, основанной Илоном Маском, направленный на создание глобальной системы широкополосного доступа в интернет с помощью масштабной группировки низкоорбитальных спутников (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Комплект связи Starlink

Цель проекта заключается в обеспечении высокоскоростного доступа в интернет в любой точке земного шара, особенно в регионах, где традиционные способы подключения, такие как оптоволокно или DSL, затруднены или недоступны.

Технические особенности

1. Низкая околоземная орбита. Спутники Starlink размещены на высотах от 350 до 550 км, что отличает их от традиционных геостационарных спутников, находящихся на высоте около 36 000 км. Благодаря меньшему расстоянию прохождения сигнала задержка составляет 20–50 мс вместо 500–700 мс, что обеспечивает комфортную работу с удалёнными серверами и видеосвязью. Пользователи получают скорости передачи данных от 50 до 200 Мбит/с, а в перспективе – до 1 Гбит/с.

2. Массовость группировки. Для покрытия всей поверхности Земли требуется значительное количество спутников. SpaceX уже вывела на орбиту более 5 000 аппаратов и имеет разрешение на запуск до 12 000, а в долгосрочной перспективе – до 30 000 спутников. Такая плотность обеспечивает бесперебойную связь.

3. Конструкция спутников. Каждый спутник весит около 300 кг и имеет плоскую конструкцию для эффективного размещения в ракете-носителе. Ионные двигатели используют электрическую тягу на основе криптона для маневрирования на орбите, подъёма на рабочую высоту и безопасного сведения с орбиты по окончании срока службы. Спутники оснащены системой автоматического предотвращения столкновений для уклонения от других космических аппаратов и фрагментов космического мусора. Новейшие спутники оборудованы лазерными межспутниковыми каналами связи, что позволяет передавать данные напрямую между аппаратами без ретрансляции через наземные станции. Данное решение критически важно для обеспечения покрытия над океанами и в полярных регионах.

Использование терминалов Starlink в зоне специальной военной операции началось в первые недели после её начала в феврале 2022 года. По заявлениям SpaceX, система была активирована на территории Украины в рамках гражданской и гуманитарной помощи по запросу украинских властей при посредничестве правительственных структур ряда государств.

Терминалы и услуга доступа были предоставлены и оплачены третьими странами и международными организациями.

Первые партии терминалов начали поступать в Украину в конце февраля – начале марта 2022 года и практически сразу стали играть критически важную роль, компенсируя повреждения наземной инфраструктуры связи и обеспечивая управление воинскими подразделениями, координацию разведки, работу беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и связь в прифронтовой зоне.

Система Starlink превратилась из инструмента обеспечения связи в один из ключевых факторов, значительно влияющих на тактику и оперативную обстановку в зоне СВО.

Основные направления применения

1. Обеспечение управления и связи. Терминалы Starlink развёртываются на командных пунктах всех уровней – от батальонных до бригадных и выше, что позволяет командирам в режиме, близком к реальному времени, получать данные воздушной разведки с БПЛА, обмениваться картами, схемами и целеуказаниями, а также проводить видеоконференции для координации действий. В условиях активного подавления сотовой связи и радиоканалов противником Starlink предоставляет устойчивый канал передачи данных через спутники, находящиеся вне зоны досягаемости средств РЭБ.

2. Интеграция с беспилотными системами (БПЛА). Наиболее массовым и заметным применением является управление дронами-камикадзе (FPV). Starlink обеспечивает стабильный видеопоток и управляющий сигнал с минимальной задержкой, что позволяет операторам эффективно поражать движущиеся цели (технику, живую силу) на значительных расстояниях. Средние и тяжёлые разведывательные дроны, использующие Starlink, могут передавать видео высокого качества и телеметрические данные на десятки километров без потери связи с оператором, что существенно увеличивает глубину разведки.

3. Корректировка артиллерии и целеуказание. Операторы разведки, находящиеся на передовой, с помощью Starlink в реальном времени передают координаты целей и оперативно оценивают результаты огневого поражения, внося необходимые коррективы. Это значительно сокращает цикл «обнаружение – поражение» («петлю принятия решения»).

4. Обеспечение связи в тылу и на освобожденных территориях. Быстрое развёртывание связи в населённых пунктах с разрушенной инфраструктурой осуществляется для нужд военных администраций, гуманитарных организаций и восстановительных работ.

Тактические преимущества Starlink

Пинг 20–50 мс критически важен для управления дронами и применения высокоточного оружия. Связь можно организовать в любой точке при наличии терминала и источника электропитания. Ключевое преимущество Starlink для БПЛА заключается не в «невидимости», а в устойчивости канала управления и передачи данных (особенно видео) к традиционным методам радиоэлектронной борьбы. Обычные БПЛА часто используют прямые радиоканалы на открытых частотах (например, 900 МГц, 2,4 ГГц, 5,8 ГГц), которые имеют ограниченную дальность (десятки километров) и распространяются в пределах прямой видимости. Системы радиоэлектронной разведки могут запеленговать источник такого сигнала с высокой точностью, а комплексы РЭБ – создать мощную помеху на этой частоте, что приводит к потере связи и потере дрона.

Starlink использует принципиально иную архитектуру. БПЛА оснащается терминалом Starlink (антенной с фазированной решёткой), который связывается не с наземной станцией оператора, а со спутниками на низкой околоземной орбите (высота около 550 км). Оператор может находиться в любой точке мира и подключаться к тому же спутниковому созвездию через интернет. Таким образом, в районе боевых действий отсутствует мощный направлен-

ный радиосигнал от оператора к дрону, который можно было бы легко запеленговать. Передаётся лишь сигнал между дроном и спутником, подавить который значительно сложнее по нескольким причинам.

Терминал использует остронаправленную фазированную антенную решётку, динамически и точно наводящуюся на быстро движущиеся спутники. Луч очень узкий, и для его подавления станции РЭБ необходимо точно попасть в этот луч, что требует сложного целеуказания и значительной мощности. Система применяет широкополосный сигнал с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты и мощным помехоустойчивым кодированием. Даже при попадании помехи в рабочую полосу система может переключиться на другой частотный диапазон или использовать коды для восстановления данных.

Обнаружение сигнала Starlink системами радиоразведки технически возможно, но затруднено, поскольку узкий луч и работа на высоких частотах требуют от аппаратуры высокой точности и чувствительности. Однако это не обеспечивает полной «невидимости», так как специализированные системы, знающие параметры сигналов Starlink, могут их детектировать и пеленговать. При этом даже при успешном пеленговании противник определяет местоположение дрона (который может быть виден и на радаре), а не оператора. Для эффективного подавления требуется развёртывание мощной и точной системы РЭБ в непосредственной близости от линии фронта, что повышает её собственную уязвимость.

Терминалы легко транспортируются и устанавливаются на автомобили, бронетехнику и морские суда.

Проведённый анализ подтверждает, что система Starlink эволюционировала из коммерческого телекоммуникационного проекта в критический элемент современных боевых действий. Её ключевые преимущества, а именно высокая скорость, низкая задержка, глобальная доступность и устойчивость к традиционным средствам РЭБ, обеспечили качественный скачок в управлении войсками, разведке и применении высокоточных средств поражения, прежде всего БПЛА.

Одновременно выявлены системные риски её военного применения, включая уязвимость терминалов к физическому уничтожению и радиоэлектронному воздействию, а также стратегическую зависимость от иностранного коммерческого оператора, контролирующего доступ через механизм геофенсинга.

Опыт СВО указывает на необходимость ускоренного развития отечественных низкоорбитальных спутниковых систем и совершенствования комплексов РЭБ. Контроль над связью и электромагнитным спектром стал определяющим фактором достижения оперативного превосходства.

Библиографический список

1. SpaceX. Starlink: официальный технический обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.starlink.com/technology (дата обращения: 17.10.2025).

2. Михайлов, Р. Л. Спутниковые системы связи вооружённых сил иностранных государств: монография / Р. Л. Михайлов. – Санкт-Петербург: Наукоёмкие технологии, 2019. – 149 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ О IX МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ» СТНО-2026» 3

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ» 6

Секция «МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ»..... 6

Герасимова Е.Н. Организация методического сопровождения инновационной деятельности педагогов общеобразовательной школы в контексте задач их профессионального развития..... 6

Боярченков Д.В. Исследовательские процедуры в проектной деятельности будущих PR-специалистов..... 10

Асекритова С.В. Роль фундаментальной дисциплины "Инженерная и компьютерная графика в формировании будущих инженерных кадров..... 15

Дмитриева Т.А., Тишкина В.В., Моисеев А.В. Методика подготовки студентов к олимпиадам по программированию на платформе 1С..... 21

Копылова Н.А., Железнякова О.В. Технологии использования искусственного интеллекта в преподавании иностранного языка в техническом вузе..... 26

Тишкова О.Д., Кирьяков О.В. Моделирование работы системы АВР в образовательном процессе: от теории к эксперименту..... 30

Бачина Т.В., Ерзылева А.А. Практические аспекты использования нейросетей в преподавании экономических дисциплин..... 34

Морозов Е.Р., Боровикова Е.В. Адаптация аутентичных материалов для учащихся разного уровня владения английским языком: методические подходы и мотивационный потенциал..... 37

Куликов А.Н., Куликов Д.А., Куликова Л.А. К вопросу о переходе к новой системе высшего образования..... 42

Дорофеева С.И. История вуза и достижения его выпускников как стимул овладения профессией обучающихся..... 45

Баранов А.А., Лялюк А.Н. Особенности учебного процесса изучения модуля «Основы военной подготовки» в вузах со штатным военным учебным центром..... 49

Баранов А.А., Пахомов Е.А. Социальное проектирование в сфере патриотического воспитания и физической подготовки молодёжи..... 53

Лукьянова Г.С., Ципоркова К.А. Использование нейросетей при обучении математике: перспективы и опасности..... 60

Секция «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ»..... 65

Веснов И.Г., Соколов А.П. Диполь-дипольное взаимодействие..... 65

Богатова С.В. Организация тестового контроля знаний студентов при изучении темы «Дифференциальные уравнения» 73

Иванова Н.И., Завьялова М.В. Теория многочленов в процессе подготовки студентов и курсантов к математическим олимпиадам....78

Неберт Е.В. Матрицы в криптографии....81

Султанов С.Р. Основные понятия топологии в курсе «Геометрия и топология»....84

Нелюхин С.А. Теория эллиптических кривых над конечными полями, ее применение в криптографии....90

Гончарова М.Н., Сетько Е.А. О параметризации одной задачи линейного программирования....99

Сюсюкалов А.И., Сюсюкалова Е.А. О некоторых методах нелинейной аппроксимации сигналов....103

Ревкова Л.С., Блинникова Л.Г. Применение табличного процессора MS EXCEL для решения статистических задач....107

Владимиров А.Ф. Унарные и бинарные отношения истинности логических формул и их применение в преподавании математики....113

Сафошкин А.С., Дюбуа А.Б., Абрашкина М.В., Шапошников И.А., Шапошников Н.А. Студенческие олимпиады как часть учебно-воспитательного процесса....120

Сафошкин А.С., Дюбуа А.Б., Абрашкина М.В., Шапошников И.А., Шапошников Н.А. Опыт проведения студенческих физико-математических олимпиад в РГРТУ....125

Кузнецов А.В. Решение дифференциальных уравнений, не разрешенных относительно производной....129

Кирюхина Г.А. Методические аспекты изучения темы «Элементы операционного исчисления»....134

Секция «ОСОБЕННОСТИ ВОЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ» 138

Лихоманов К.А. Кейс-метод в формировании познавательной активности курсантов на занятиях по огневой подготовке....138

Шарифуллина Л.Р. Цифровой полигон материаловеда: адаптивные симуляции в подготовке специалистов МЧС России....144

Микерин А.А. Формирование аналитического мышления будущих офицеров на занятиях по минно-подрывному делу на основе решения ситуационных задач....148

Гужвенко Е.И., Мяконьков П.О. Эволюция методов обучения стрельбе в России: от советской системы к современным технологиям....155

Павлова С.А., Шишов К.Ю. Применение туристических узлов при транспортировке раненых в чрезвычайных ситуациях....158

Федоров М.М., Рыбакова С.С. Внедрение современных методов обучения курсантов военного командного училища....163

Миронов В.В., Шишулин Г.Г. Озвучивание учебных видеофильмов с помощью нейросетей....167

Бацких О.С., Портнова В.Н. Информационные технологии в военной медицине....171

Гужвенко В.Ю., Соловьев Е.Э. Противодействие беспилотным летательным аппаратам в тактическом звене воздушно-десантных войск: вызовы современности и приоритетные направления организационного развития..... 175

Королев В.А., Сусь Ф.А., Беззубцев К.Р. STARLINK как средство связи в современных реалиях.....179

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ – – СТНО-2026

Научное издание

В 11 томах

Том 10

Под общей редакцией О.В. Миловзорова.

Подписано в печать 15.06.26. Формат 60х84 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л..
Тираж 100 экз. Заказ №.

Рязанский государственный радиотехнический университет,
Редакционно-издательский центр РГРТУ,
390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1.

ISBN 978-5-7722-0453-5

