

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЦИФРОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Б. А. БАДАК¹⁾

¹⁾Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65б, 220013, г. Минск, Беларусь

Аннотация. Рассматриваются межпредметные связи как один из ключевых инструментов формирования практико-ориентированной цифровой математической компетенции студентов технического университета. В условиях быстро меняющегося технологического мира особое внимание уделяется интеграции знаний из различных дисциплин для формирования у студентов навыков, необходимых для успешной профессиональной деятельности. Описывается опыт внедрения междисциплинарного, системного и компетентностного подходов в учебный процесс как способ формирования практико-ориентированной цифровой математической компетенции, являющейся основой для установления взаимосвязей универсальных и базовых профессиональных компетенций. Отражаются результаты проведенного педагогического эксперимента, которые показывают влияние межпредметных связей на процесс усвоения математических понятий, методов и способов их применения в инженерной практике, повышающее уровень готовности студентов к реальным вызовам в их будущей профессии.

Ключевые слова: междисциплинарность; практико-ориентированное обучение; компьютерно-педагогическое сопровождение; компьютерные симуляции; цифровая математическая компетенция.

INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS AS A MEANS OF FORMING PRACTICE-ORIENTED DIGITAL MATHEMATICAL COMPETENCE OF TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS

B. A. BADAK^a

^aBelarusian National Technical University, 65b Niezaliezhnasci Avenue, Minsk 220013, Belarus

Abstract. The article considers interdisciplinary connections as one of the key tools for the implementation of practice-oriented digital mathematical competence of students of a technical university. In a rapidly changing technological world, special attention is paid to the integration of knowledge from various disciplines to form students' skills necessary for successful professional activity. The author describes the experience of introducing interdisciplinary, systemic and competence-based approaches into the educational process in order to develop critical thinking among students and master their methods of solving professionally oriented tasks. The results of the conducted pedagogical experiment show that interdisciplinary connections contribute to a deeper assimilation of mathematical concepts, methods and ways of their application in engineering practice, increasing the level of students' readiness for real challenges in their future profession.

Keywords: interdisciplinarity; practice-oriented learning; computer-pedagogical support; computer simulations; digital mathematical competence.

Образец цитирования:

Бадак БА. Межпредметные связи как средства формирования практико-ориентированной цифровой математической компетенции студентов технического университета. *Университетский педагогический журнал*. 2025;1:32–39. EDN: JSNEZI

For citation:

Badak BA. Interdisciplinary connections as a means of forming practice-oriented digital mathematical competence of technical university students. *University Pedagogical Journal*. 2025;1:32–39. Russian. EDN: JSNEZI

Автор:

Бажена Александровна Бадак – заместитель декана факультета информационных технологий и робототехники.

Author:

Bazhen A. Badak, deputy dean of the faculty of information technologies and robotics.
badak.b@bntu.by

Введение

В современном мире математические знания становятся основой для успешной профессиональной деятельности инженеров. Качество инженерного образования напрямую зависит от уровня подготовки и обученности студентов математике, поскольку именно математические знания помогают решать сложные инженерные задачи, анализировать данные и разрабатывать новые технологии. Одним из ключевых аспектов повышения качества обучения математике в высшей технической школе является интеграция теоретических знаний с практическими навыками, при реализации которой студенты осваивают не только алгоритмы и теоремы, но и методы их применения для решения прикладных инженерных задач.

В условиях стремительного цифрового прогресса и необходимости интеграции математических и практических знаний важным становится формирование цифровой математической компетенции у студентов инженерных специальностей [1]. Междисциплинарные связи служат дидактической основой для достижения данной цели. В частности, в Белорусском национальном техническом университете на факультете информационных технологий и робототехники студенты во время учебы включаются в профессиональную деятельность в рамках интеллектуального производства. В университете создается инновационная среда, которая включает в себя научно-технические объединения студентов, филиалы кафедр ООО «Техникон», ООО «Ерам system», Научно-технологический парк «Политех» с центром поддержки стартапов, а также производственные предприятия. Примером достижений студентов, которые выполняют проекты в этих лабораториях, является создание роботов разной конструкции, взаимодействующих на основе алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) и способных работать над решением общей задачи¹.

Многие исследователи, такие как О. А. Валеева, Н. В. Бровка, В. С. Вакульчик, Е. А. Власова, Е. Г. Евсеева, И. Г. Липатникова, А. П. Мателенок, В. С. Попов, Н. А. Прокопенко, К. К. Такабаев и др., подчеркивают важность интеграции математики с дисциплинами профессионального цикла в обучении студентов различных специальностей. Так, В. С. Вакульчик и А. П. Мателенок отмечают, что междисциплинарная интеграция в процессе обучения студентов-химиков является эффективным методом внедрения профессионально ориентированного обучения [2]. В. А. Далингер считает, что «в процессе

обучения математике студентов технических специальностей междисциплинарная интеграция базируется на информационно-математическом моделировании, что способствует углубленной практической подготовке студентов в естественно-научных дисциплинах, математике и информационных технологиях» [3, с. 121].

К инновационно-практикологическим характеристикам организации содержания обучения И. И. Цыркуном были отнесены междисциплинарность, фундаментальность, контекстуальность, актуальность, а также дифференциация глубины и объема. По мнению ученого, процесс инновационной подготовки студентов должен одновременно являться открытой развивающейся системой, а также «создавать позитивную мотивацию у студентов к осуществлению инновационной деятельности; являться системным и целостным... учитывать взаимное влияние научных и учебных дисциплин...» [4, с. 3].

В исследовании Н. В. Бровки в качестве основы пересмотра содержания обучения математическим дисциплинам и перестройки методики обучения в соответствии со спецификой будущей профессиональной деятельности студентов педагогических специальностей были выделены следующие критерии: преемственность; использование внутри-, меж- и трансдисциплинарных связей с позиции оценки степени включения изучаемого математического объекта в различные разделы математики и других дисциплин естественно-научного и гуманитарного (психология, педагогика, философия) циклов соответственно; повторяемость (использование математического объекта в изучаемом материале концентрическим или спиральным образом); уровень сложности и абстрактности (оценка глубины и степени общности изучаемого математического объекта)².

Как свидетельствуют исследования Н. А. Бурмистровой [5], Е. В. Сергеевой [6]; С. А. Татьяненко и Е. С. Чижикова [7], Я. Г. Стельмах³ и др., интеграция математических дисциплин с современным инженерным образованием с помощью цифровых технологий формирует математическую компетенцию как важную составляющую решения научных, технических и профессиональных задач в области инженерии. Данное обстоятельство отражает растущий интерес к этой области и означает, что без прочной математической основы выпускники технических университетов не могут решать сложные проблемы и точно интерпретировать инженерные расчеты.

¹Пауки будущего: Даниил Руселевич и его пауки-роботы [Электронный ресурс]. URL: <https://smi.bntu.by/2024/09/13/pauki-budushhego-daniil-ruselevich-i-ego-pauki-roboty/> (дата обращения: 14.09.2024).

²Бровка Н. В. Формы и средства интеграции теории и практики обучения студентов математике : учеб.-метод. пособие. Минск : БГПУ, 2009. С. 144.

³Стельмах Я. Г. Формирование профессиональной математической компетентности студентов – будущих инженеров : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. Самара, 2011. 23 с.

Отсутствие такой способности может потенциально привести к серьезным технологическим бедствиям.

Признавая ключевую роль математики как краеугольного камня современной науки, служащего универсальным и мощным инструментом, особое внимание в учебной программе технических университетов уделяется развитию математической компетенции. Е. И. Скафа определяет математическую компетенцию как «способность использовать математические знания для решения прикладных задач, осознавать суть и методологию математического моделирования, а также анализировать применение математических методов при интерпретации результатов и оценке расчетов» [8, с. 134].

По мнению Т. О. Сундуковой и Г. В. Ваныкиной, взаимосвязь математических и цифровых компетенций служит основой для определения понятия «математическая цифровая компетентность» и предполагает участие студентов в технико-математических дискурсах, а также формирование у них умения «рефлексивно использовать» современные компьютерные технологии при изучении математики в отношении «предикативной и оперативной форм знания» [9].

В процессе практико-ориентированного обучения студентов специальностей «инженерная экономика» и «информационные системы и технологии» реализация межпредметных связей предполагает выявление отношений между математикой и дру-

гими дисциплинами, такими как физика, информатика, инженерные науки и экономика [10]. Применение междисциплинарного подхода в обучении математике стимулирует студентов к активному использованию цифровых технологий. Например, включение элементов компьютерного математического моделирования учит студентов использованию различных видов программного обеспечения для анализа данных и визуализации результатов, что позволяет им не только изучать теорию, но и разрабатывать реальные проекты. Такой подход развивает навыки, необходимые для работы в условиях цифровой экономики. Внедрение проектного метода в образовательный процесс требует использования математических методов в конкретных инженерных задачах. Примерами математических проектов могут служить проекты по разработке программного обеспечения, анализу данных из сенсоров или оптимизации экономических и химических процессов. Работа в командах развивает не только математические, но и коммуникативные и организационные навыки, способствует развитию умения практического применения теоретических знаний и установлению взаимосвязей между различными областями знания. Не менее важно учитывать обратную связь в системе преподаватель – студент, которая позволяет выявлять проблемные зоны в обучении и направлять усилия на совершенствование его методики [11].

Материалы и методы исследования

Поскольку обучение математике является фундаментальной частью образовательного процесса, играющей решающую роль как в осуществлении профессионально направленного обучения, так и в развитии аналитического и компьютерного (вычислительного) мышления студентов, разработка методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов технического университета требует анализа существующих методик и технологий обучения математике в техническом университете, который позволит определить сильные и слабые стороны традиционных методов и разработать новые, более эффективные подходы, предполагающие использование компьютерных технологий. Под компьютерно-педагогическим сопровождением мы понимаем системное дидактически целесообразное использование электронных ресурсов (компьютерных и цифровых технологий) в процессе субъект-активного взаимодействия преподавателя и студентов в целях повышения эффективности формирования универсальных и базовых профессиональных компетенций при обучении студентов инженерно-технических специальностей математи-

ке [11]. Вычислительное мышление, как компонент аналитического мышления, развивается в процессе освоения знаний, необходимых для решения математических задач с использованием алгоритмических подходов и компьютерных инструментов. Во-первых, использование вычислительных методов при обучении математике студентов инженерных и экономических специальностей способствует реализации логического анализа и оптимизации решений. Во-вторых, применение программных средств для моделирования и визуализации математических понятий помогает закрепить теоретические знания на практике. В-третьих, немаловажным фактором является формирование критического мышления, которое позволяет оценивать эффективность выбранных методов. В связи с этим выделим основные условия организации процесса обучения математике студентов инженерных и экономических специальностей в техническом университете:

- следование тенденциям развития математического образования и соответствие разрабатываемых учебных программ (как общеобразовательных, так и выпускающих кафедр) образовательным стан-

дартам и социальным запросам, а также уровню развития информационно-цифровых технологий⁴ [12];

- учет уровня обученности и подготовленности студентов. Проведение мониторинга позволяет определить уровень подготовленности и индивидуальные особенности обучающихся [13]. Оценка и корректировка содержания обучения обуславливают необходимость регулярного анализа результативности образовательного процесса и внесения в методику обучения соответствующих изменений;

- соблюдение логической структуры и преемственности в изложении содержания (обеспечение плавного перехода от более простого к более сложному, от алгоритмических задач к эвристическим и проектно-исследовательским [14]);

- использование современных образовательных технологий – компьютерных симуляций, онлайн-платформ, видеолекций и других инновационных инструментов для закрепления знаний и развития соответствующих умений как составляющих формирования практико-ориентированной цифровой математической компетенции и повышения уровня мотивации и вовлеченности студентов [15].

Выполнение перечисленных условий обеспечивается, в частности, включением в процесс обучения математике эвристических диалогов (бесед), а также выполнением студентами эвристических (творческих) заданий, результатом которых является создание собственных образовательных продуктов (веб-квестов, видеоскрайбинов по изученным разделам математики; сценариев к компьютерным играм; алгоритмов машинного обучения для классификации изображений на основе их характеристик).

Характерной особенностью разработанных нами электронных учебных средств является дополнение математического содержания практико-ориентированными и эвристическими задачами, учитывающими специфику будущей профессиональной деятельности инженеров-экономистов и инженеров-программистов, а также автоматическая интеграция с различными платформами (*Kaggle*, *GitHub*, *DataLemur*) и нейросетями (*ChatGPT*, *Transformer Explainer*, *Midjourney* и др.); предоставление возможности изучения материала и выполнение заданий на основе индивидуального прогресса и потребностей обучающихся с последующим получением оперативной обратной связи;

- развитие критического и аналитического мышления. В содержание обучения включаются задания и проекты, предполагающие анализ данных и проведение самостоятельных исследований [15; 17];

- включение фундаментальных и прикладных аспектов (применение математического аппарата в различных областях, таких как экономика, инженерия и информационные технологии [18]), которое предполагает актуализацию межпредметных связей математических дисциплин со специальными дисциплинами – эконометрикой, численными методами и методами оптимизационного исчисления, математическими финансами, компьютерной графикой, криптографией и др.

Вопрос междисциплинарных связей математики и специальных дисциплин неоднократно поднимался в исследованиях С. И. Архангельского, Г. М. Булдыка, И. Д. Зверева, И. Я. Лернера, В. Н. Максимовой, А. Д. Мышкиса, В. Г. Скатецкого, А. Н. Сендер и др. Исследователи подчеркивают, что внутридисциплинарные связи в математике выполняют функции консолидации образовательной информации и содействия прямому и распределенному ее повторению с течением времени. Междисциплинарность в математической подготовке с позиции практико-ориентированного характера обучения студентов инженерных специальностей предполагает освоение методов математики и спецдисциплин.

В нашем исследовании рассматривается проблема формирования практико-ориентированной цифровой математической компетенции как основы взаимосвязи универсальных и базовых профессиональных компетенций. Под практико-ориентированной цифровой математической компетенцией студентов технического университета мы понимаем способность эффективно использовать математические знания и навыки для решения профессионально ориентированных задач, включая умения применять математические методы в анализе и обработке данных, использовать программное обеспечение и цифровые инструменты, а также интерпретировать результаты математических моделей в реальных ситуациях.

К основным дидактическим признакам практико-ориентированного обучения математике студентов инженерно-технических и экономических специальностей мы относим междисциплинарность (интеграция математики с другими профессиональными дисциплинами для повышения мотивации познания и обучения); цикличность, которая отражает степень востребованности понятия в содержании математики и профессионально ориентированных дисциплин; модельность (возможность построения моделей, раскрывающих сущности содержательной и практической сторон процесса обучения математике);

⁴Высшее образование. Первая ступень. Специальность 6-05-0718-01 «Инженерная экономика». Квалификация «Инженер-экономист»: ОСВО 6-05-0718-01-2023 [Электронный ресурс] // Республик. портал проектов образоват. стандартов высш. образования. URL: <https://edustandart.by/baza-dannykh/izmeneniya-v-obrazovatelnye-standarty/item/5571-izmeneniya-v-obrazovatelnye-standarty-postanovlenie-355-ot-22-noyabrya-2023-g#itemCommentsAnchor> (дата обращения: 14.09.2024) ; Высшее образование. Первая ступень. Специальность 6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии». Квалификация «Инженер-программист»: ОСВО 6-05-0611-01-2023 [Электронный ресурс] // Там же. URL: <https://edustandart.by/baza-dannykh/izmeneniya-v-obrazovatelnye-standarty/item/5571-izmeneniya-v-obrazovatelnye-standarty-postanovlenie-355-ot-22-noyabrya-2023-g#itemCommentsAnchor> (дата обращения: 14.09.2024).

комплексное использование учебных средств и дидактических материалов (вариативное применение и оценка эффективности различных учебных средств и дидактических материалов, внедрение новых информационных технологий в процесс обучения математике); генеративность (использование алгоритмов генеративного дизайна и машинного обучения как метод стимулирования студентов к разработке математических моделей и методов исследовательского характера, а также активизации обучающихся); адаптивность (индивидуализация учебного процесса в зависимости от потребностей и уровней подготовки студентов); качественная оценка результатов обучения (создание и использование системы мониторинга и оценки результатов обучения, включающей методы раннего прогнозирования успеваемости студентов).

Недостаток фундаментальных знаний и навыков, приобретенных в средней школе, затрудняет понимание базовых математических терминов и методов, изучаемых в техническом университете. Учебные программы по математическим дисциплинам технических университетов насыщены большим количеством сложных математических понятий и методов. Высокий темп обучения и обилие материала могут вызывать стресс у студентов. Низкая мотивация часто связана с тем, что студенты не видят прямой связи между математическими дисциплинами и их будущей профессией. Учет вышеперечисленных условий выражается во внедрении адаптивных образовательных платформ и интерактивных методов обучения, которые позволяют сделать учебный процесс более интересным и эффективным для студентов. Адаптивные образовательные системы не только помогают студентам качественно усваивать материал, но и способствуют развитию их аналитических и критических навыков, необходимых для решения сложных инженерных задач.

Изучение учебных планов и программ по специальностям «инженерная экономика» и «информационные системы и технологии» позволило выявить основополагающую роль математики как науки, направленной на развитие универсальных и базовых профессиональных компетенций в этих областях. Например, математика используется в таких сферах, как обработка сигналов, разработка программного обеспечения, физическое моделирование и финансовый анализ. Эти примеры демонстрируют, как математические инструменты служат общим языком для описания и анализа различных явлений в разных областях.

Учебная дисциплина «Математика» студентами специальности «инженерная экономика» изучается 1 год (первый и второй семестры). При обучении математическим дисциплинам студентов указанной специальности реализация межпредметных связей осуществляется посредством включения в учебный процесс на пропедевтическом уровне прикладных

задач, содержание которых является фундаментом таких спецдисциплин, как «Экономико-математические методы и модели» (изучается на втором году обучения), «Экономика», «Микроэкономика» и «Транспортные системы». Математический анализ используется в экономике для моделирования, анализа и оптимизации экономических систем и предоставляет инструменты для изучения сложных экономических явлений, таких как равновесие, оптимизация и принятие решений в условиях неопределенности.

Обучение математическим дисциплинам студентов специальности «информационные системы и технологии» способствует формированию у них компьютерного (вычислительного) мышления. Математика развивает необходимые навыки решения задач, которые затем применяются в программировании, а также служат основой для разработки алгоритмов и моделей. Иллюстрация выявленных нами междисциплинарных связей математики и некоторых спецдисциплин в процессе обучения студентов инженерных специальностей приведена на рис. 1.

Для эффективного решения прикладных задач широко применяют методы машинного обучения, в частности нейронные сети, которые моделируют работу человеческого мозга и способны к самообучению, что позволяет им лучше интерпретировать информацию и адаптироваться к потребностям пользователя. Для решения профессионально ориентированных задач необходимо знание следующих разделов математики: математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функции комплексного переменного, уравнений математической физики, теории вероятностей и математической статистики.

В начале каждого семестра студентам предоставляется возможность зарегистрироваться на платформах, таких как *Appendix: mathematics for deep learning*, *PyTorch*, *Keras*, *ML Code Challenges*, *Github* и др., включающих компоненты расширения библиотеки *Python* для более удобной работы в приложении *Jupyter Notebook*, а также для построения графиков и визуализации данных, совместной работы, интеграции с другими приложениями, что способствует формированию некоторых универсальных компетенций как обобщенных результатов обучения.

Учебные платформы для обучения на основе технологии ИИ, в том числе интеллектуальные системы-протьютеры, способны анализировать данные студентов (производительность, стиль обучения, сильные и слабые стороны) и рекомендовать персонализированные пути обучения, упражнения и учебные пособия. На данных платформах собраны блокноты с полностью реализованными ML-проектами, с которыми студенты могут ознакомиться в любое удобное для них время: спам-фильтр для сообщений, анализ эмоциональной составляющей текста, рекомендательная система, распознавание дорожных знаков. При этом алгоритмы адаптив-

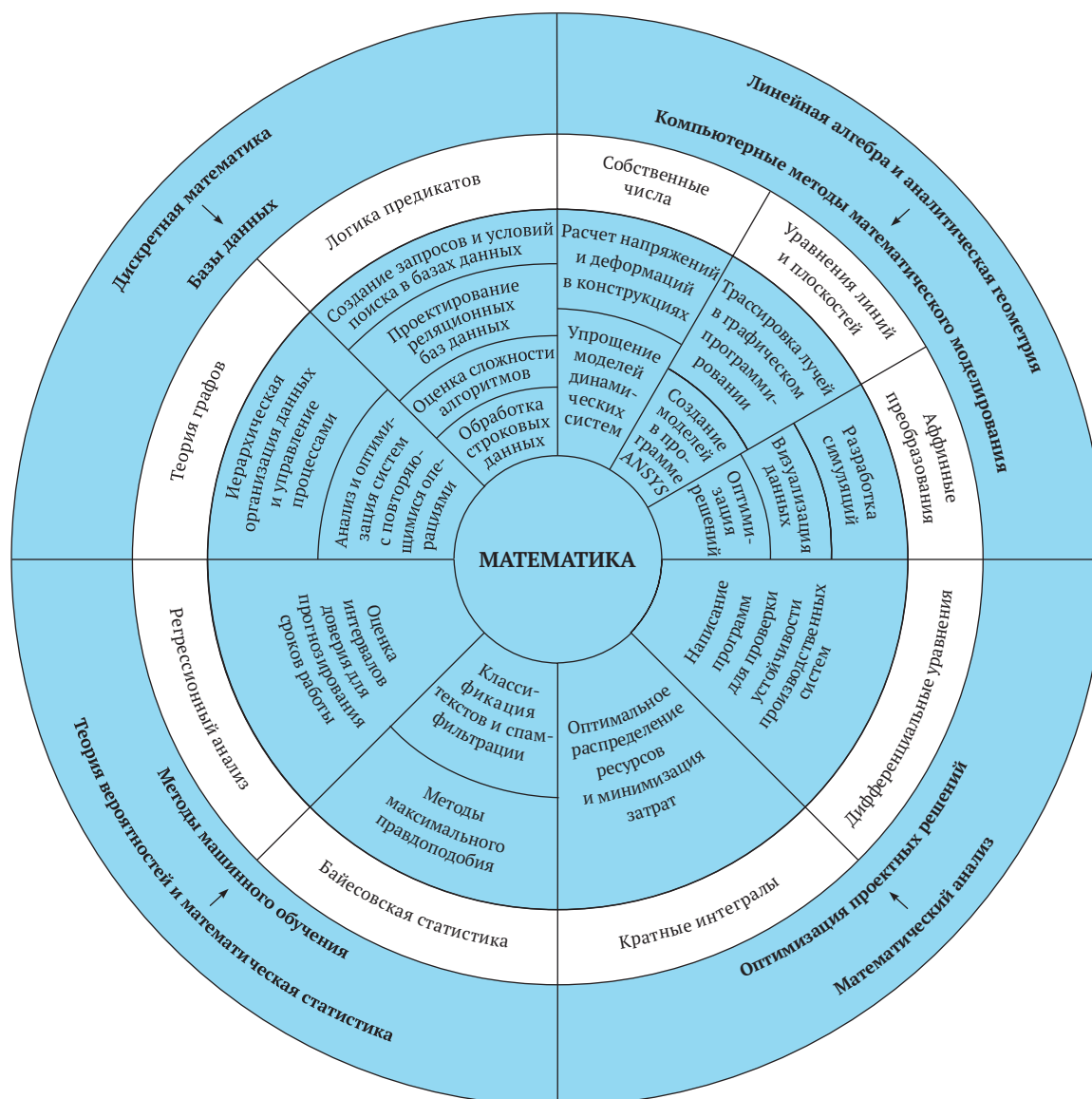


Рис. 1. Междисциплинарные связи математики со спецдисциплинам
Fig. 1. Interdisciplinary connections between mathematics and special disciplines

ного обучения корректируют сложность и содержание заданий на основе прогресса обучающихся. Использование этих платформ позволяет реализовать персонализированное адаптивное обучение с использованием элементов ИИ [19]. Искусственный интеллект способен генерировать пользовательские тесты, которые помогают ликвидировать конкретные пробелы в знаниях, возникшие при изучении математики, в режиме реального времени на основе успеваемости обучающихся.

Для проверки эффективности разработанной методики нами был проведен педагогический эксперимент на базе Белорусского национального технического университета. В ходе эксперимента две группы студентов (270 человек) специальности «информационные системы и технологии», изучающих математические дисциплины, были разделены на экспериментальную (134 человека) и контрольную (136 человек). В экспериментальной группе

применялся междисциплинарный подход, который включал решение практико-ориентированных задач с использованием изучаемого математического аппарата, овладение методами компьютерно-математического моделирования, выполнение проектов, базирующихся на интеграции математики с инженерными и цифровыми технологиями. Контрольная группа обучалась по традиционной методике, которая не предусматривает включение в образовательный процесс вышеперечисленных компонентов. По завершении изучения дисциплин была проведена оценка знаний и навыков студентов, а также опросы для определения уровня интереса к процессу обучения и вовлеченности в него.

Гипотезы, предложенные в ходе статистической обработки экспериментальных данных, проверялись по нескольким критериям: однородности выборок (с использованием критерия Уилкоксона) и нормальности распределения генеральных совокупностей

(по критерию Пирсона на основе эмпирических данных). При согласованности гипотез об однородности выборок и нормальности распределения генеральных совокупностей сравнивались выборочные дисперсии с помощью критерия Фишера – Снедекора.

Проверка эффективности методики компьютерно-педагогического сопровождения обучения студентов математике на основе реализации межпредметных связей подтвердила успешность применения разработанной методики. По сравнению с констатирующим этапом в экспериментальной группе количество обучаю-

щихся со средним уровнем сформированности практико-ориентированной цифровой математической компетенции увеличилось на 24,96 %, с высоким – на 14,74 %, тогда как в контрольной группе количество обучающихся со средним уровнем сформированности данной компетенции выросло на 4,82 %, с высоким – на 1,68 %. Полученные результаты обрабатывались статистическими методами посредством критерия χ^2 . Дополнительная проверка результатов осуществлялась с помощью программы *StatTech*. Полученные в ходе исследования данные отражены на рис. 2 и 3.

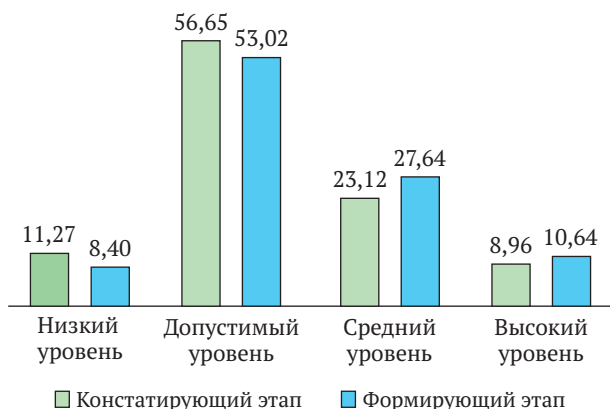


Рис. 2. Распределение обучающихся контрольной группы по уровням сформированности практико-ориентированной цифровой математической компетенции, %

Fig. 2. Distribution of students of the control group by levels of formation of practice-oriented digital mathematical competence, %

Таким образом, результаты педагогического эксперимента свидетельствуют об эффективности разработанной методической системы практико-ориентированного обучения математике. Как уже отмечалось, разработанная методическая система предусматривает формирование и развитие циф-

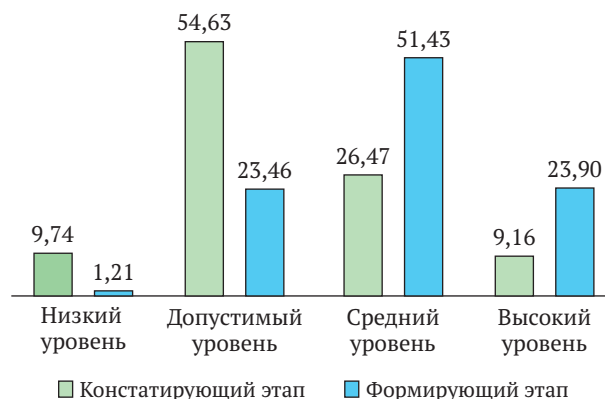


Рис. 3. Распределение обучающихся экспериментальной группы по уровням сформированности практико-ориентированной цифровой математической компетенции, %

Fig. 3. Distribution of students of the experimental group by levels of formation of practice-oriented digital mathematical competence, %

ровой математической компетенции, выступающей основой установления взаимосвязей между универсальными и базовыми профессиональными компетенциями как результатами образовательной подготовки инженера, отвечающего запросам современного рынка труда.

Заключение

Осуществление компьютерно-педагогического сопровождения обучения математике студентов, фундаментом которого выступает дидактически обоснованная реализация межпредметных связей математических и профессионально направленных дисциплин, способствует повышению эффективности образовательной подготовки в техническом университете. Освоение методов решения прак-

тико-ориентированных задач будущими инженерами в высшем учебном заведении предполагает использование возможностей программного обеспечения, что предоставляет выпускникам технических университетов возможность успешно адаптироваться к профессиональной среде и вносить весомый вклад в прогресс научного и технического знания.

Библиографические ссылки

1. Бадак БА, Бровка НВ. Об особенностях компьютерно-педагогического сопровождения в практико-ориентированной математической подготовке студентов технического университета. *Дидактика математики: проблемы и исследования*. 2023;4:37–47. DOI: 10.24412/2079-9152-2023-60-37-47/.
2. Вакульчик ВС, Мателенок АП. Формирование компетенций исследовательской деятельности студентов технических специальностей в математическом междисциплинарном модуле. *Высшая школа: наукова-метадицині і публіцистичні часопис*. 2021;1:27–32. EDN: IDCELM.

3. Далингер ВА. Теоретические основы интеграции математики и естественно-научных дисциплин. *Международный журнал экспериментального образования*. 2016;8:121–122. EDN: WKSRRK.
4. Цыркун ИИ, Козинец ЛА, Пунчик ВН. *Генеративное обучение педагогике: программно-методический комплекс для организации самостоятельной работы студентов*. Минск: Жасскон, 2005. 204 с.
5. Бурмистрова НА. Математическая компетентность студентов экономического университета в контексте устойчивого развития. *Профессиональное образование в России и за рубежом*. 2017;1:30–35. EDN: YHXJYR.
6. Сергеева ЕВ. Критерии, определяющие уровень развития математической компетентности студентов. *Мир науки*. 2016;4(1):24. EDN: VSZJNN.
7. Татьянаенко СА, Чижикова ЕС. Математическая подготовка инженеров на основе ФГОС 3++. *Высшее образование в России*. 2020;29(1):76–87. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-1-76-87>.
8. Скафа ЕИ, Евсеева ЕГ. Технология формирования математической цифровой компетентности будущих магистров математического образования. *Педагогическая информатика*. 2023;3:132–141. EDN: LKENFC.
9. Ваныкина ГВ, Сундукова ТО. Педагогические условия эффективного использования виртуальной образовательной среды в обучении. В: Новикова ОД, редактор. *Электронное обучение в непрерывном образовании 2018. Материалы V Международной научно-практической конференции; 18–20 апреля 2018 г.; Ульяновск, Россия*. Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет; 2018. с. 143–150. EDN: XLVHEL.
10. Бадак БА, Долгополова ОБ. Использование математических моделей на уроках физики в рамках STEM-образования. В: Прищепа ИМ, редактор. *Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 72-й региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов; 20 февраля 2020 г.; Витебск, Беларусь*. Витебск: Витебский государственный университет имени П. М. Машерова; 2020. с. 6–7. EDN: JDZXOG.
11. Бадак БА, Долгополова ОБ. Использование «коучинг»-технологии в образовательном процессе современной высшей школы. *Theoria: педагогика, экономика, право*. 2022;3(4):14–22. DOI: 10.51635/27129926_2022_4_14.
12. Зыкова ТВ, Кузнецова ИВ, Тихомиров СА, Смирнов ЕИ. Критерии отбора содержания обучения математике студентов педвуза на основе синергетического подхода. *Ярославский педагогический вестник*. 2017;5:75–81. EDN: ZSNJZT.
13. Игнатов ГА. О внедрении непрерывного тестирования в процесс изучения теоретической механики. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010;12(3):638–640.
14. Дворяткина СН. Технология фрактального представления учебных элементов при вариативном структурировании содержания обучения математике в вузе. *Ярославский педагогический вестник*. 2015;5:128–133. EDN: UZEYHT.
15. Пигарев АЮ. Компьютерные тренажеры как инструмент преодоления трудностей в изучении математики. *Научно-педагогическое обозрение*. 2023;5:102–110. DOI: 10.23951/2307-6127-2023-5-102-110.
16. Бадак БА. О построении методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов технического университета. *Дидактика математики: проблемы и исследования*. 2024;2:25–37. DOI: 10.24412/2079-9152-2024-62-25-37.
17. Ихсанова ФА. Пути и способы повышения уровня математической подготовки студентов в техническом вузе. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет; 2015. 116 с. EDN: VIJUJH.
18. Польшакова НВ, Польшакова ДВ. Основные современные тренды цифровизации образовательных процессов в высшей школе. *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2024;3:90–101. DOI: 10.24888/2500-1957-2024-3-90-101.
19. Бадак БА, Бровка НВ. О педагогических возможностях искусственного интеллекта при обучении математике студентов технического университета. В: Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. *Новые образовательные стратегии в открытом цифровом пространстве. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции; 9–27 марта 2024 г.; Санкт-Петербург, Россия*. Санкт-Петербург: Астерион; 2024. с. 30–36. EDN: ACUZGQ.

Статья поступила в редколлегия 19.12.2024.
Received by editorial board 19.12.2024.