

УДК 378.147.091.33

Б. А. БадакБелорусский национальный технический университет, пр-т Независимости, 65,
220013 Минск, Республика Беларусь

О СПЕЦИФИКЕ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

В статье описаны особенности практико-ориентированной математической подготовки будущих инженеров в Республике Беларусь. Приведены выявленные автором психолого-педагогические предпосылки трансформации процесса обучения математике студентов технического университета, обеспечивающие формирование практико-ориентированной цифровой математической компетенции будущих инженеров. Представлены установленные автором дидактические принципы, обеспечивающие функционирование методической системы компьютерно-педагогического сопровождения при практико-ориентированном обучении математике студентов инженерных специальностей: актуализации универсальных компетенций, первичности практико-ориентированной учебной деятельности, практико-ориентированного целеполагания, междисциплинарной интеграции, активного включения, а также требования гуманизации, фундаментализации, профессиональной мотивации посредством реализации компьютерного математического моделирования, преемственности в обучении математике. Особенность методической системы выражается в дополнении всех ее компонентов обновленным междисциплинарным содержанием в условиях цифровизации современного инженерного образования. Анализ эффективности приведенной методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров посредством статистических методов подтвердил успешность внедренной методики.

Ключевые слова: методическая система; практико-ориентированное обучение; практико-ориентированная цифровая математическая компетенция; компьютерно-педагогическое сопровождение; критерии эффективности методической системы.

Рис. 4. Библиогр.: 9 назв.

B. A. BadakBelarusian National Technical University, 65 Nezavisimosti Ave.,
220013 Minsk, the Republic of Belarus

ON THE SPECIFICS AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE METHODOLOGICAL SYSTEM OF COMPUTER-PEDAGOGICAL SUPPORT FOR PRACTICE-ORIENTED TEACHING MATHEMATICS TO FUTURE ENGINEERS

The article describes the features of practice-oriented mathematical training of future engineers in the Republic of Belarus. The author identifies psychological and pedagogical prerequisites for transforming the process of teaching mathematics to students of a technical university, ensuring the formation of practice-oriented digital mathematical competence of future engineers. The didactic principles established by the author are presented, ensuring the functioning of the methodological system of computer-pedagogical support in practice-oriented teaching of mathematics to students of engineering specialties: updating universal competencies, the primacy of practice-oriented educational activities, practice-oriented goal-setting, interdisciplinary integration, active inclusion, as well as the requirements of humanization, fundamentalization, professional motivation through the implementation of computer mathematical modeling, continuity in teaching mathematics. The peculiarity of the methodological system is expressed in the addition of all its components with updated interdisciplinary content in the context of digitalization of modern engineering education. The analysis of the effectiveness of the presented methodological system of practice-oriented teaching of mathematics to future engineers using statistical methods confirmed the success of the implemented methodology.

Key words: methodological system; practice-oriented learning; practice-oriented digital mathematical competence; computer-pedagogical support; criteria for the effectiveness of the methodological system.

Fig. 4. Ref.: 9 titles.

Введение. В практико-ориентированной математической подготовке студентов инженерных специальностей наблюдаются следующие тенденции: интеграция технологий — использование современных программ и онлайн-ресурсов для обеспечения интерактивного обучения; применение проектного подхода — акцент на выполнении реальных проектов,

позволяющий применять теоретические знания на практике; использование междисциплинарного подхода — связь математики с другими инженерными дисциплинами для формирования комплексного понимания; групповая работа, подразумевающая стимулирование сотрудничества среди студентов для разработки совместных решений; адаптивное обучение, характеризующее индивидуализацию учебных материалов, учитывающих уровень подготовки каждого студента; развитие критического мышления, формирующее навыки решения нестандартных задач, что важно в инженерной деятельности [1]. Данные тенденции обусловлены: современными требованиями рынка труда — работодатели требуют от выпускников практических навыков и способностей применять знания в реальных проектах; технологическими инновациями — появление новых технологий и программного обеспечения, требующих глубокого понимания математических методов; глобализацией образования — увеличение мобильности студентов и интернационализации образовательных программ, требующих более гибких и современных подходов к обучению; акцентом на STEM-образование — развитие науки, технологий, инженерии и математики как приоритета для повышения конкурентоспособности. Указанные факторы способствуют обновлению учебных планов и внедрению новых методов обучения [2]. По мнению С. Н. Дворяткиной, ключевые аспекты модернизации математического образования проявляются как в содержании вузовской математики, ориентированной на профессиональные приложения и практическое использование, так и в её структуре [3].

Согласно образовательным стандартам специальностей «инженерная экономика», «информационные системы и технологии», цель математической подготовки будущих инженеров состоит в формировании у студентов учебных практико-ориентированных действий, а также практико-ориентированных действий по освоению основ компьютерного математического моделирования при изучении математических дисциплин [4; 5]. Сопоставительный анализ учебных программ по дисциплинам «Математика», «Экономико-математические методы и модели», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика» и учебных планов вышеуказанных специальностей позволил установить, что практико-ориентированная математическая подготовка будущих инженеров в Республике Беларусь характеризуется следующими особенностями: интеграция с производством — взаимодействие учреждений образования с промышленностью для обеспечения актуальности учебных программ и практических задач; модульное обучение — обучение, организованное по модульному принципу и позволяющее студентам углубленно изучать конкретные области математики в контексте инженерных задач; проектная деятельность — включение проектов и практических заданий в образовательный процесс, что способствует развитию навыков решения реальных инженерных проблем; кросс-дисциплинарный подход — комбинирование математики с другими дисциплинами (физика и информатика) для комплексного понимания инженерного процесса.

Тем не менее выявлена необходимость разработки методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки будущих инженеров. С этой целью нами были выявлены психолого-педагогические предпосылки перестройки или трансформации процесса обучения математике студентов технического университета (целесообразность учёта индивидуальных особенностей студентов (предпочтительный стиль обучения и уровень мотивации), создание проблемной среды, необходимость внедрения методов, которые способствуют активному вовлечению студентов), которые способствуют формированию практико-ориентированной цифровой математической компетенции — компетенции, характеризующейся способностью студентов применять математические методы и модели для решения практических задач в инженерной деятельности с использованием цифровых технологий и инструментов [6]. Под компьютерно-педагогическим сопровождением автор понимает 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 математике [7].

Выявленные нами особенности применения математического моделирования для решения прикладных задач системной инженерии, детализированная методика постановки SMART-целей на основе построения возможностей таксономии целей при обучении будущих инженеров математическому моделированию, научно обоснованный практико-ориентированный подход к математической подготовке студентов технического университета по специальностям 6-05-0718-01 «Инженерная экономика», 6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии» позволили определить практико-ориентированное обучение математике в техническом университете как обучение, предусматривающее усиление направленности целей, содержания, форм, методов и средств обучения математике студентов инженерно-технических специальностей на формирование их универсальных и базовых профессиональных компетенций, выступающих базисом практического выполнения будущей профессиональной деятельности [6]. Обучение математике с практическим уклоном должно строиться на принципе цифровизации: использование разнообразных цифровых инструментов, ориентированных на практику, в процессе подготовки студентов технических специальностей. В частности, важным аспектом является применение компьютерного математического моделирования [8]. Компетенция в области компьютерного математического моделирования включает: знание основ математики (понимание ключевых математических понятий и методов); навыки работы с программным обеспечением (умение пользоваться специализированными программами для математического моделирования, анализа данных и визуализации); способность решать практические задачи (применение математических теорий для решения конкретных инженерных проблем); адаптивность и критическое мышление (умение адаптироваться к новым технологиям и анализировать результаты вычислений).

Материалы и методы исследования. Сравнение требований образовательных стандартов специальностей «инженерная экономика» и «информационные системы и технологии», а также учет особенностей содержания математической подготовки позволили уточнить и определить структуру разработанной нами методической системы. Данная система включает в себя все компоненты с добавлением обновленного междисциплинарного содержания и применения возможностей компьютерно-педагогического сопровождения.

В целях проверки эффективности разработанной методической системы на базе Белорусского национального технического университета был проведён педагогический эксперимент, который проходил в три этапа с 2021 по 2024 год. В эксперименте участвовало 420 обучающихся. Была изучена специфика содержания математической подготовки будущих инженеров. Проведен сравнительный анализ учебников, пособий, электронных учебно-методических комплексов и учебных планов по математическим дисциплинам. Оценивался исходный уровень подготовки и мотивации студентов инженерных специальностей, а также удовлетворенность преподавателей естественнонаучных и профессиональных дисциплин математическим уровнем подготовки будущих инженеров. Определялись типы практико-ориентированных, проблемных и эвристических задач, способствующих актуализации межпредметных связей математики и специальностей. Также проводилась апробация разработанных методов и средств обучения математике как части компьютерного сопровождения практико-ориентированной подготовки.

В качестве инструментов для измерения установленных критериев эффективности методической системы были использованы анкеты, опросники, контрольные и тестовые задания, решение практико-ориентированных задач, в том числе выполнение проектов.

Гипотезы, выдвинутые в процессе статистического анализа экспериментальных данных, проверялись по следующим статистическим критериям:

- 1) для проверки гипотезы об однородности выборок применялся критерий Уилкоксона;
- 2) гипотеза о нормальном распределении генеральных совокупностей оценивалась с использованием критерия Пирсона на основе эмпирических распределений;

3) если гипотезы об однородности выборок и нормальном распределении не противоречили друг другу, проводилось сравнение выборочных дисперсий с помощью критерия Фишера—Снедекора;

4) для сравнения выборочных средних использовался критерий Стьюдента, что включало расчет доверительных интервалов.

Результаты исследования и их обсуждение. Функциональные взаимосвязи структурных компонентов методической системы и их специфика определяются: особенностями содержания математической подготовки будущих инженеров; быстроразвивающимися современными тенденциями в инженерном образовании; необходимостью интеграции компьютерного математического моделирования в образовательные стандарты, учебные программы, учебные планы для инженерных специальностей по математическим дисциплинам.

Необходимо подчеркнуть, что студенты, обучающиеся по специальностям «инженерная экономика» и «информационные системы и технологии», нуждаются в прочном математическом фундаменте. Однако содержание и акценты их обучения существенно различаются в зависимости от специфики выбранной области. Осознание этих различий крайне важно для практико-ориентированной математической подготовки инженеров. Инженеры-программисты ориентируются на такие направления, как дискретная математика и численные методы, тогда как инженеры-экономисты сосредотачиваются на прикладной математике, связанной с экономикой.

Схема разработанной нами методической системы приведена на рисунке 1.

Знания пределов числовых последовательностей и функций, производных и интегралов, основных статистических показателей, теорем теории вероятности и математической статистики, комбинаторики, теории графов, логики и множеств, основ линейного программирования и методов оптимизации, статистического моделирования помогут инженерам-программистам и инженерам-экономистам эффективно решать задачи в их областях деятельности.

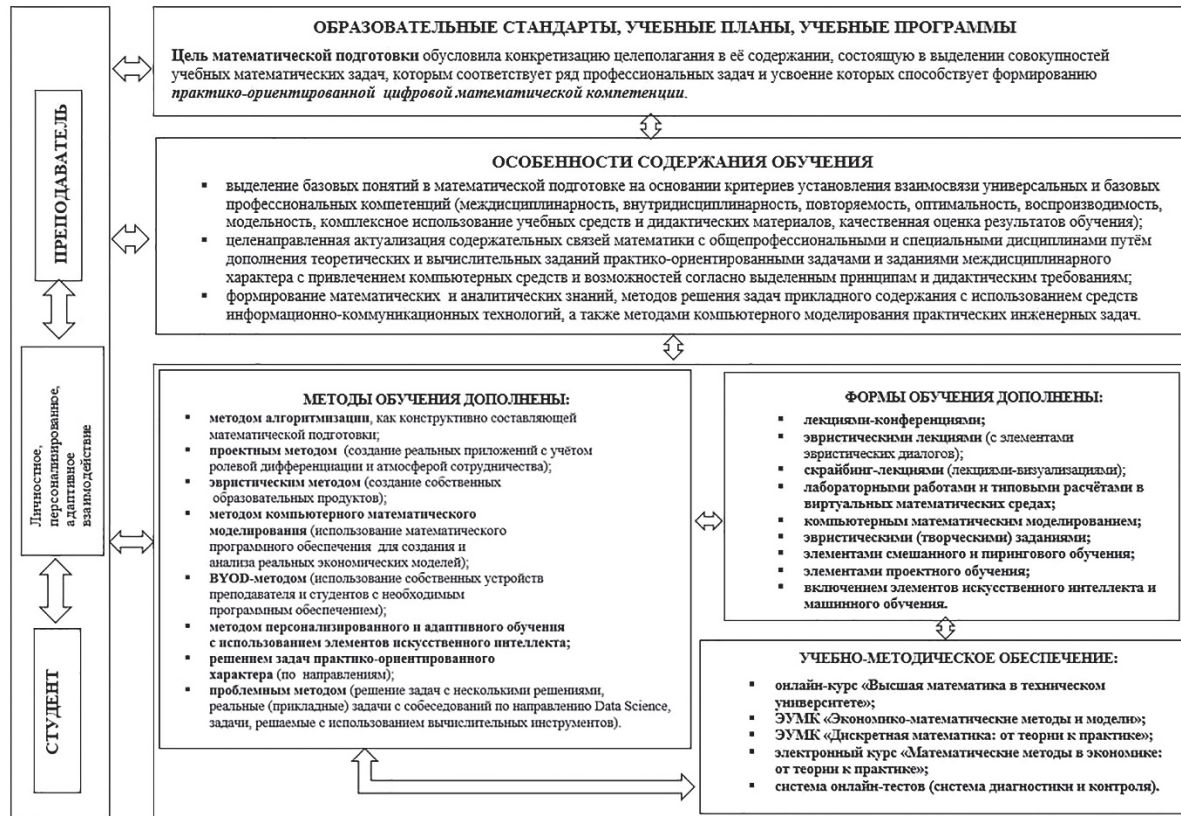


Рисунок 1. — Методическая система компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированного обучения математике студентов инженерных специальностей

Для активизации деятельности студентов и формирования у них практико-ориентированной цифровой математической компетенции помогают такие методы обучения, как метод алгоритмизации, проектного обучения, эвристического обучения, компьютерного математического моделирования, BYOD-метод («принеси своё собственное устройство»), персонализированного и адаптивного обучения с использованием элементов искусственного интеллекта, решение задач практико-ориентированного характера, решение проблемных задач (проблемный метод).

В качестве реализации проектного метода обучения студентам специальностей «информационные системы и технологии», «компьютерная мехатроника» было предложено разработать систему раннего прогнозирования успешности обучения математике студентов технического университета, поскольку прогнозирование успеваемости имеет огромное значение для учреждений высшего образования. Использование методов машинного обучения (логистическая регрессия, случайный лес и линейная регрессия) позволяет системам раннего прогнозирования с высокой точностью определять студентов, которые могут столкнуться с трудностями в обучении, и предлагать меры для предотвращения отставания. Для обучения нейросети были задействованы данные об успеваемости студентов факультета информационных технологий и робототехники. Были взяты следующие категории данных: оценки за централизованное тестирование по математике, физике, языку, оценки за сессию по определенному предмету, посещение лекционных и практических занятий, промежуточные оценки, если они имелись. После обучения нейросети и предоставления данных методу ближайших соседей результаты обучения у двух алгоритмов стали примерно одни и те же и составляли примерно 70 %. В процессе создания системы раннего прогнозирования разработано два прототипа такой системы, использующих два разных подхода: построение нейросети на многослойном персептроне Румельхарта (MLP), написание алгоритма машинного обучения, используя метод k -ближайших соседей (KNN). При написании двух систем был применен язык программирования Python как самый популярный и простой язык для написания систем машинного обучения. В качестве библиотеки для машинного обучения использовался модуль PyTorch, который обеспечивает быстрые и гибкие эксперименты, а также удобный интерфейс для разработчиков, поддерживает распределенное обучение, что позволяет эффективно обучать модели на нескольких устройствах, разрабатывать модели для iOS и Android. Для обоих алгоритмов машинного обучения были взяты одни и те же данные для проверки: средний балл — 7,8, посещаемость — 0,85, количество пропущенных занятий — 1,5. Как видим, метод KNN показывает, что студент сдаст сессию на 8, а MLP — на 9. Пример работы системы раннего прогнозирования, а также скрипт её реализации приведены на рисунке 2.

К основным формам практико-ориентированного обучения математике студентов инженерных специальностей кроме традиционных для университета (лекций, практических занятий) нами добавлены следующие формы, требующие большей самостоятельности и активности студентов в процессе обучения:

– *эвристические лекции* помогают стать более уверенными, творческими и эффективными при решении профессионально и практико-ориентированных задач [9];

Система, работающая на методе KNN, входными данными будут:
средний балл – 7.8,
посещаемость – 0.85,
количество пропущенных занятий – 1.5

Предсказание для нового студента:
Сдаст ли сессию: Да
Оценка за сессию по предмету: 8

Система, работающая на MLP, входными данными будут:
средний балл – 7.8,
посещаемость – 0.85,
количество пропущенных занятий – 1.5

Предсказание для нового студента:
Сдаст ли сессию: Да
Оценка за сессию по предмету: 9

Рисунок 2. — Пример работы системы раннего прогнозирования академической успешности студентов

– *скрайбинг-лекции* — предполагают поиск новых возможностей реализации принципа наглядности (слайды, опорные схемы, рисунки) и применения технологии буктрейлера;

– *лабораторные работы и типовые расчёты в виртуальных математических средах* — предлагают динамическую визуализацию математических понятий, позволяя обучающимся манипулировать объектами, исследовать отношения и получить более интуитивное понимание абстрактных идей. Многие виртуальные платформы поддерживают совместную работу, позволяя студентам работать вместе над проектами, делиться идеями и учиться друг у друга, что способствует улучшению командной работы и навыков общения, необходимых для формирования взаимосвязей универсальных и базовых профессиональных компетенций;

– *компьютерное математическое моделирование* — представляет использование возможностей языков программирования и компьютерных математических систем для решения профессионально ориентированных задач (по направлениям);

– *эвристические (творческие) задания* — позволяют студентам исследовать различные подходы, экспериментировать с различными методами и получить более глубокое понимание основных математических понятий;

– *использование элементов смешанного и пирингового обучения* — является учебной практикой, в которой обучающиеся взаимодействуют друг с другом для достижения образовательных целей и имеют возможность получения оперативной обратной связи со стороны преподавателя;

– *использование проектного обучения* — позволяет преодолеть разрыв между теоретической математикой и практическим применением в области разработки программного обеспечения и других технических областей. Ядро обучения сосредоточено на создании проектов, которые непосредственно демонстрируют применение математических идей. При проектном обучении студенты работают в командах с использованием возможностей инструментов онлайн-сотрудничества и виртуальных классов;

– *включение элементов искусственного интеллекта и машинного обучения* — способствует персонализации обучения, анализируя сильные и слабые стороны обучающихся, а также обеспечивает индивидуальную обратную связь и автоматически предлагает соответствующие индивидуальные задания, исходя из определённого уровня усвоения знаний студентами учебного материала и их успеваемости. Искусственный интеллект и машинное обучение могут имитировать реальные сценарии, позволяя студентам экспериментировать с различными подходами и анализировать их влияние.

К показателям практико-ориентированности форм обучения будем относить:

– участие студентов в реальных тематических исследованиях и проектах, используя математические инструменты для анализа и решения практико-ориентированных задач;

– сотрудничество с базовыми предприятиями — заказчиками кадров (партнерские отношения с компаниями в области инженерии, экономики и программирования по вопросам стажировок, трудоустройства и проведения научно-исследовательских экспериментов);

– доступ к стандартному программному обеспечению и специальным учебным компьютерным лабораториям;

– степень овладения студентами основных возможностей компьютерных средств при осуществлении анализа реальных данных;

– оперативная обратная связь от преподавателя при организации самостоятельной работы студентов.

Вышеперечисленные формы практико-ориентированного обучения математике предусматривают межпредметную интеграцию с другими дисциплинами, такими как физика, финансы и компьютерные науки. Этот междисциплинарный подход обеспечивает более широкую перспективу, демонстрируя реальное применение математических методов в различных областях. С ростом компьютеризации и цифровизации обучения математическое образование становится персонализированным и адаптивным. Студенты могут получить доступ к интерактивным упражнениям, персонализированной обратной связи и адаптированных путей обучения на основе их индивидуальных потребностей и прогресса.

Мониторинг успеваемости обучающихся и корректировка уровней сложности в режиме реального времени обеспечивают оптимальные результаты обучения.

Приведём пример задачи практико-ориентированного содержания, который предлагался для решения в качестве самостоятельной управляемой работы в процессе изучения дисциплины «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» на I курсе студентам факультета информационных технологий и робототехники БНТУ.

Задача «Путешествие по городу N». Правительство города N основательно подготовилось к празднованию тысячелетия города в 2025 году, построив под столицей бесконечную асфальтированную площадку, чтобы заменить все существующие в городе автомобильные дороги. В память о кольцевых и радиальных дорогах разрешили двигаться по площадке только двумя способами:

1) в сторону точки начала координат или от неё. При этом из точки начала координат разрешено двигаться в любом направлении;

2) вдоль окружности с центром в начале координат и радиусом, который равен текущему расстоянию до начала координат. Двигаться вдоль такой окружности разрешается в любом направлении (по или против часовой стрелки).

Представьте, что Вам, как ведущему программисту ответственной инстанции, поручено разработать модуль, который будет определять кратчайший путь из точки A с координатами (x_a, y_a) в точку B с координатами (x_b, y_b) . Считайте, что менять направление движения можно произвольное количество раз, но оно должно всегда соответствовать одному из двух описанных выше вариантов. Предусмотрите следующий формат ввода и вывода.

Формат ввода: в первой строке ввода заданы четыре целых числа: $(x_a, y_a), (x_b, y_b)$, по модулю не превосходящие 10^6 .

Формат вывода: выведите одно число — минимальное расстояние, которое придётся преодолеть по пути из точки A в точку B, если не нарушать правил дорожного движения. Ваш ответ будет принят, если его абсолютная или относительная погрешность не превосходит 10^6 .

Образовательная практика показала, что 76,2 % обучающихся при выполнении данного задания использовали язык программирования C++, который изучается в первом семестре по дисциплине «Основы алгоритмизации и программирования». Выполнение таких заданий способствует активному вовлечению студентов в образовательный процесс, тем самым улучшая знания и навыки по освоению основных алгоритмов указанной спецдисциплины.

Для будущих инженеров-экономистов к таким темам и методам в контексте практико-ориентированного обучения относятся: дифференциальное и интегральное исчисление (необходимо для понимания оптимизации, изменений и ставок изменений, которые являются фундаментальными понятиями в экономике и инженерии), системы линейных уравнений и линейные преобразования (анализ сложных систем и данных), дифференциальные уравнения, распределение вероятностей, проверка гипотез, регрессионный анализ, методы оптимизации (решение транспортной задачи) и др., для инженеров-программистов — комбинаторика, дискретная математика (понимание множеств, отношений и функций имеет решающее значение для обработки данных, алгоритмов и структуры базы данных), теория графов (деревья, отношения и соединения имеют решающее значение для дизайна сети, алгоритмов маршрутизации и анализа социальных сетей), математическая логика (для анализа и проверки алгоритмов, понимания правильности программы и эффективных систем проектирования), векторы и матрицы (основные строительные блоки для представления и манипулирования данными, используемыми в машинном обучении, компьютерной графике и обработке изображений), линейные преобразования (необходимы для понимания преобразований, вращений и прогнозов, используемых в компьютерной графике и визуализации данных), собственные значения и собственные векторы (используются для анализа и понимания поведения систем, особенно в области машинного обучения и анализа данных), дифференциальные уравнения (используются в моделировании динамических систем, таких как физическое моделирование, разработка игр, финансовое моделирование), распределения вероятностей (необходимы для понимания и анализа случайных событий, особенно в области машинного обучения, анализа

данных и моделирования), статистический анализ (для составления прогноза из данных, что имеет решающее значение для принятия решений, управляемых данными, и машинного обучения), алгебра и теория чисел (подкрепляет криптографию, которая необходима для безопасной связи и защиты данных) и др., отвечающие выделенным в исследовании критериям формирования практико-ориентированной математической цифровой компетенции.

Задачи практико-ориентированного содержания тесно взаимосвязаны с методом компьютерного математического моделирования, так как инструменты цифрового моделирования способны наглядно визуализировать решение прикладных задач.

Приведём примеры заданий (задач), предлагаемых студентам к выполнению с использованием возможностей компьютерного математического моделирования:

- 1) разработайте алгоритм симуляций для компьютерных игр, систем финансовой торговли и других сложных программных приложений;
- 2) разработайте алгоритм по созданию трёхмерной геометрической модели детали и её отображения с удалением скрытых линий и поверхностей с использованием программы ANSYS;
- 3) создайте модель экономических систем и процессов для прогнозирования рыночных тенденций, оптимизации распределения ресурсов и информирования о политических решениях;
- 4) разработайте алгоритм поиска оптимального сочетания инвестиций для достижения желаемых профилей риска и возврата.

Учебно-методическое обеспечение методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов технического университета включает разработанные нами средства обучения: онлайн-курс «Высшая математика в техническом университете», электронный учебно-методический комплекс «Экономико-математические методы и модели», электронную систему онлайн-тестов для студентов, обучающихся по специальности «информационные системы и технологии», электронный учебно-методический комплекс «Дискретная математика: от теории к практике», электронный курс «Математические методы в экономике: от теории к практике», которые внедрены в учебный процесс Белорусского национального технического университета, учреждений образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета и Барановичский государственный университет».

К особенностям разработанных нами электронных средств относятся: дополнения математического материала практико-ориентированными и эвристическими задачами с позиций будущей профессиональной деятельности инженеров, входящими в электронные учебно-методические комплексы и электронные курсы; реализация межпредметных связей математических дисциплин со специальными дисциплинами: эконометрика, численные методы, методы оптимизационного исчисления, математические финансы, теория игр, компьютерная графика, криптография и информационная безопасность, структуры данных и алгоритмы, машинное обучение; автоматическая интеграция с платформами OnlineTestPad, Kaggle, GitHub, DataLemur и нейросетями, такими как ChatGPT, Transformer Explainer, Midjourney и др.; возможность изучения материала и выполнения заданий на основе индивидуального прогресса и потребностей обучающихся с последующим получением оперативной обратной связи.

Электронная система тестов по дисциплинам «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика» для студентов, обучающихся по специальности «информационные системы и технологии», содержит тесты как для самопроверки, так и для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов. Практико-ориентированные задания предназначены для усвоения базовых понятий, как и проблемные задачи, предлагаемые студентам при прохождении собеседований в области аналитики данных, а также задания, развивающие критическое и когнитивное мышление.

Критериями оценки эффективности разработанной нами методической системы явились: мотивационно-ценностный, определяющий понимание того, как математические методы применяются в инженерных и технических задачах, стимулируют обмен знаниями

и поддерживают интерес к учебе; математико-деятельностный, который регулирует процессы обучения и формирование практических навыков при изучении математических дисциплин (активная деятельность студентов, проблемное обучение, развитие критического мышления, междисциплинарная интеграция); практико-ориентированный, включающий интеграцию теории с практическими навыками и реальными задачами.

Оценка методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров с использованием статистических методов подтвердила ее эффективность. В сравнении с контрольным этапом эксперимента количество обучающихся с высоким и средним уровнями сформированности практико-ориентированной математической компетентности в экспериментальной группе увеличилось на 24,96 и 14,74 % соответственно, в то время как в контрольной группе прирост составил 4,82 и 1,68 %. Полученные результаты были проанализированы с помощью статистических методов, включая критерий χ^2 , и дополнительно проверены с использованием программы STATTECH. Данные представлены на рисунках 3 и 4.

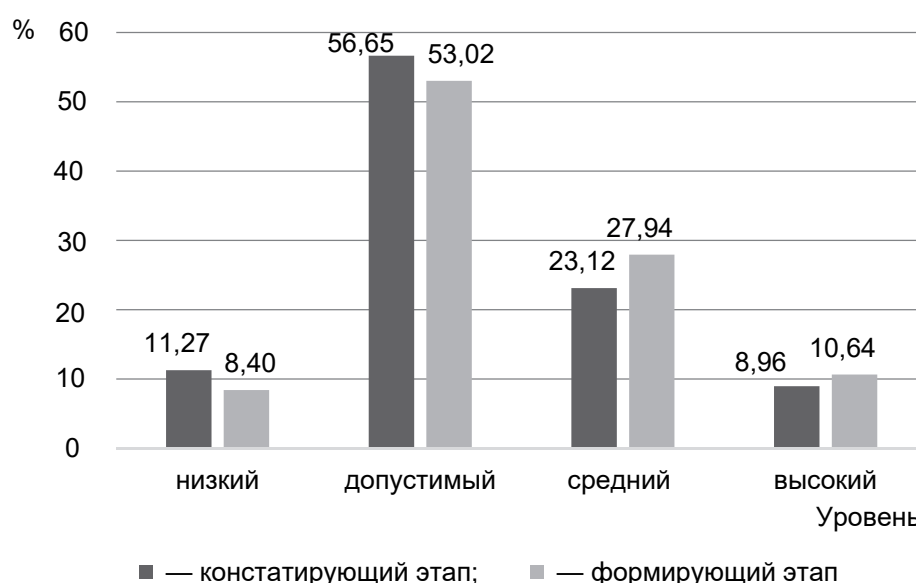


Рисунок 3. — Распределение по уровням сформированности практико-ориентированной математической цифровой компетентности в контрольной группе в начале и конце эксперимента

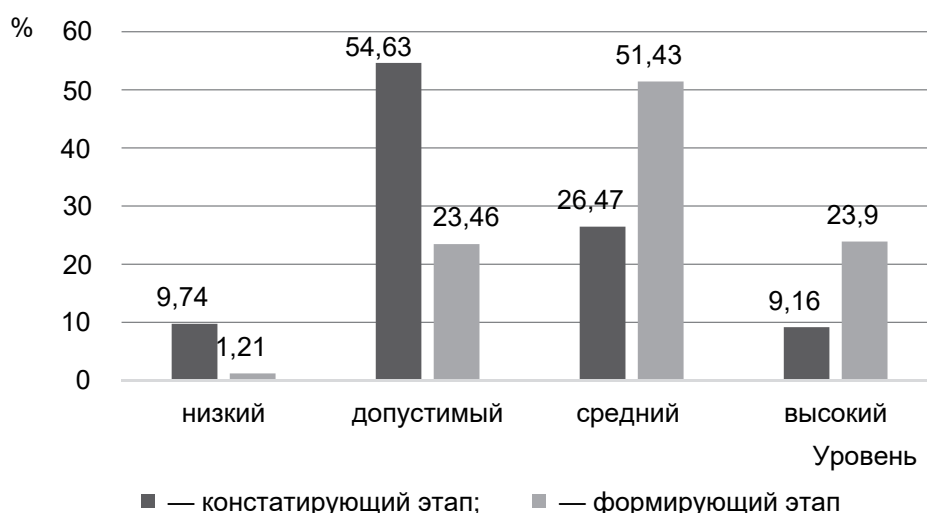


Рисунок 4. — Распределение по уровням сформированности практико-ориентированной математической цифровой компетентности в экспериментальной группе в начале и конце эксперимента

Заключение. Особенности разработанной методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов инженерных специальностей выражаются в дополнении всех её структурных компонентов обновленным практико-ориентированным содержанием с учётом специфики будущей профессиональной деятельности инженеров-экономистов и инженеров-программистов, современных тенденций компьютеризации и цифровизации инженерного образования в соответствии с выявленными нами дидактическими принципами её функционирования.

В содержании обучения, во-первых, выделены базовые понятия и методы, которые в наибольшей степени используются для решения практико-ориентированных задач. Данные задачи предполагают реализацию межпредметных связей с общепрофессиональными и специальными дисциплинами.

Во-вторых, сделан акцент на целенаправленную актуализацию содержательных связей математики с общепрофессиональными и специальными дисциплинами путём дополнения теоретических и вычислительных заданий практико-ориентированными задачами и заданиями междисциплинарного характера с привлечением компьютерных средств и возможностей согласно выделенным принципам и дидактическим требованиям (гуманизации, фундаментализации, профессиональной мотивации посредством реализации компьютерного математического моделирования, преемственности в обучении математике).

В-третьих, приведены особенности применения компьютерных средств, направленных на формирование математических и аналитических знаний, методов решения задач прикладного содержания с использованием средств информационно-коммуникационных технологий, а также методов компьютерного моделирования практических инженерных задач.

Таким образом, проведённый педагогический эксперимент и анализ его результатов с помощью статистических методов подтвердили эффективность методической системы компьютерного сопровождения практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров.

Список цитируемых источников

1. Бадак, Б. А. Методологические предпосылки реализации практико-ориентированного обучения математическим дисциплинам в техническом университете / Б. А. Бадак // Вестник Мозырского государственного университета. Серия Е, Педагогические науки. — 2023. — № 2. — С. 47—53.
2. Бровка, Н. В. Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов / Н. В. Бровка. — Минск : БГУ, 2009. — 243 с.
3. Дворяткина, С. Н. Кейс-технологии в обучении математике как механизм развития вероятностного стиля мышления будущих специалистов в области экономики / С. Н. Дворяткина, А. М. Лопухин // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. — 2020. — № 1. — С. 16—24.
4. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 6-05-0718-01 Инженерная экономика. Квалификация — Инженер-экономист: ОСВО 6-05-0718-01-2023. — 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: 01.11.2024).
5. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 6-05-0611-01 Информационные системы и технологии. Квалификация — Инженер-программист: ОСВО 6-05-0611-01-2023. — 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: 01.11.2024).
6. Бадак, Б. А. О принципах практико-ориентированного обучения математике студентов технического университета / Б. А. Бадак, Н. В. Бровка // THEORIA: журнал исследований в образовании. — 2023. — № 4. — С. 11—21.
7. Бадак, Б. А. Об особенностях компьютерно-педагогического сопровождения в практико-ориентированной математической подготовке студентов технического университета / Б. А. Бадак, Н. В. Бровка // Дидактика математики: проблемы и исследования. — 2023. — № 4. — С. 37—47.
8. Гребенкина, А. С. Математическое моделирование как основа проектирования практико-ориентированного обучения математике инженеров пожарной и техносферной безопасности / А. С. Гребенкина // Вестник Академии гражданской защиты. — 2021. — № 2. — С. 99—108.
9. Скафа, Е. И. Методика обучения математике: эвристический подход. Общая методика : учеб. пособие / Е. И. Скафа. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 441 с.

Поступила в редакцию 06.10.2024.