



Методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов вуза

Н. И. Попов^{1}, Е. Н. Никифорова²*

¹ ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питиримы Сорокина», г. Сыктывкар, Россия,
* porovnikolay@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Введение: статья посвящена актуальным проблемам обучения математике студентов в вузах, возникшим в связи с переходом на двухуровневую систему образования. Цель статьи – изучить комплексное использование в учебном процессе вуза электронного курса, компьютерных тестов, учебных пособий и ключевых математических задач как целостную образовательную систему.

Материалы и методы: использовалось обобщение зарубежного и отечественного педагогического опыта обучения студентов в вузах. Применялись методы эмпирического исследования: педагогический эксперимент, проведение педагогических измерений, экспериментальное обучение математике. Методология исследования опиралась также на методику выявления внутрипредметных связей в системах математических задач с использованием ключевых примеров и упражнений.

Результаты исследования: проанализированы итоги апробации электронного курса «Математика», разработанного на базе платформы Learning Management System Moodle. Переход к образовательным стандартам нового поколения предполагает обновление содержания, методологии и средств обучения будущих агроинженеров в вузе. В ходе педагогического эксперимента обоснована эффективность комплексного применения авторских учебно-методических пособий, электронного курса, компьютерных тестов и методики определения ключевых примеров в системах математических задач. В статье описаны результаты использования тестовых заданий при исследовании интеллектуальных способностей студентов, а также проведен анализ решения обучаемыми различных типов математических задач.

Обсуждение и заключения: анализ экспериментальной работы позволил установить, что предложенные авторами методические подходы при обучении математике эффективно влияют на усвоение студентами теоретического и практического учебного материала. Результаты исследования представляют интерес для преподавателей вузов и средних образовательных учреждений. Описанные в статье методические подходы можно успешно использовать при изучении естественно-научных дисциплин.

Ключевые слова: экспериментальное обучение математике, электронный курс, внутрипредметная связь, ключевой пример, педагогический эксперимент, компьютерный тест

Для цитирования: Попов Н. И., Никифорова Е. Н. Методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов вуза // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 1. С. 193–206. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.193-206



Methodological Approaches to Experimental Teaching of Mathematics to University Students

N. I. Popov^{a*}, E. N. Nikiforova^b

^a Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia,
popovnikolay@yandex.ru

^b Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

Introduction: the article imparts authors' thoughts on a new teaching methodology for mathematical education in universities. The aim of the study is to substantiate the efficiency of the comprehensive usage of mathematical electronic courses, computer tests, original textbooks and methodologies when teaching mathematics to future agrarian engineers. The authors consider this implementation a unified educational process.

Materials and Methods: the synthesis of international and domestic pedagogical experience of teaching students in university and the following methods of empirical research were used: pedagogical experiment, pedagogical measurements and experimental teaching of mathematics. The authors applied the methodology of revealing inter-disciplinary links on the continuum of mathematical problems using the key examples and exercises.

Results: the online course "Mathematics" was designed and developed on the platform of Learning Management System Moodle. The article presents the results of test assignments assessing students' intellectual abilities and analysis of solutions of various types of mathematical problems by students. The pedagogical experiment substantiated the integrated selection of textbooks, online course and online tests using the methodology of determination of the key examples and exercises.

Discussion and Conclusions: the analysis of the experimental work suggested that the new methodology is able to have positive effect on the learning process. The learning programme determined the problem points for each student. The findings of this study have a number of important implications for future educational practice.

Keywords: experimental teaching of Mathematics, online course, inter-disciplinary links, key example, pedagogical experiment, computer test

For citation: Popov N.I., Nikiforova E.N. Methodological Approaches to Experimental Teaching of Mathematics to University Students. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2018; 22(1):193-206. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.193-206

Введение

Развитие методики обучения математике на современном этапе высшего образования характеризуется системными исследованиями образовательного процесса. Для формирования фундаментальных знаний студентов необходимо использовать комплексный подход, в котором гармонично сочетались бы теории, методики и модели обучения математике. В условиях новых образовательных стандартов должны быть разработаны такие учебники, методические пособия и программы, которые позволили бы студентам эффективно усваивать материал по курсу высшей математики на обязательном и углубленном уровнях. Считаем, что это возможно за счет реализации в разрабатываемых курсах различных межпредметных и внутрипредметных связей. Как отмечалось нами ранее¹, анализ и усиление внутрипредметных связей необходимо

учитывать в качестве важного направления дидактического совершенствования курса математики.

Из-за разного восприятия студентов в учебном процессе целесообразно использование личностно ориентированных образовательных технологий с модульным построением изучаемого материала. Такой подход дает возможность выстраивания индивидуальных траекторий обучения и вариативного освоения программы математического курса. При этом учебно-воспитательный процесс можно объединить вокруг следующих основных идей: планирования результатов обучения, укрупнения дидактических единиц, организации учебного процесса с учетом психологических факторов, использования информационно-коммуникационных технологий.

При проектировании новых систем обучения в вузе с технологической ори-

¹ Попов Н. И. Технологии предметного обучения будущих математиков в университете : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. М., 2015. 305 с.

ентацией важно исходить из целостности представления образовательного процесса, рассматривая его в качестве управляемой педагогической системы, направленной на формирование у студентов знаний, умений, навыков, профессиональных компетенций и опыта творческой деятельности.

Для реализации педагогической стратегии необходимо разработать теоретическую модель обучения, технологическую карту организации учебного процесса на основе применения современных средств, методов и форм обучения, фонда оценочных средств. При этом нормативными документами для проектирования технологий и методических систем обучения должны являться рабочие программы дисциплины и образовательные стандарты.

В связи с введением новых федеральных государственных образовательных стандартов обозначились проблемы методики обучения математике в вузах. При переходе на двухступенчатую систему образования на многих направлениях подготовки уменьшилось количество часов, выделяемых на изучение математических курсов. Следствием этого стало изменение тематического содержания рабочих программ по преподаваемым дисциплинам, что в свою очередь не могло не затронуть и междисциплинарные связи. Перед педагогами обозначились актуальные проблемы: что преподавать, как преподавать и в каком объеме.

В связи с обозначенными проблемами пересмотр методов, средств и содержания обучения студентов университета является актуальным и имеет практическую значимость. Указанными факторами обусловлена цель данного исследования: обоснование эффективности комплексного использования в образовательном процессе вуза электронных курсов, авторских учебно-методических пособий, компьютерных тестов и методики выделения ключевых примеров в системах математических задач при обучении математике

студентов агроинженерных направлений подготовки университета.

Обзор литературы

Различным аспектам обучения математике в вузе и средней школе посвящено немало работ отечественных ученых (О. Ю. Заславской [1], А. Е. Поличка [2], М. А. Родионова², Г. И. Саранцева [3] и др.). Методика преподавания математики за рубежом чаще всего основывается на узкой специализации, рассмотрении конкретных примеров. В отечественной педагогике серьезное внимание уделяется глобальным проблемам развития индивидуальных способностей обучаемых и различным подходам в усвоении теоретического и практического учебного материала (Э. К. Брейтигам [4], Т. В. Смолеусова [5], Р. А. Утеева [6], Е. К. Хеннер [7], Р. Ш. Царева, С. А. Царев [8] и др.). В частности, Н. И. Поповым и А. Н. Марасановым рассматривалась методика выявления ключевых примеров и упражнений систем математических задач с последующим построением круговых диаграмм сильных связей между заданиями. Методика основывается на корреляционном анализе, цель которого – определение степени тесноты связей между математическими задачами при помощи специального критерия, характеризующего надежность этих связей [9].

В современных условиях от специалиста требуется не только умение решать организационно-управленческие и производственные задачи, ему необходимы знания и навыки в использовании новых информационных технологий в своей профессиональной деятельности. Информационные технологии в подготовке бакалавров и магистров разных направлений приобретают фундаментальный характер. Кроме того, они активно используются при разработке экспертных систем [10] и интеллектуальных игр [11]. Применение информационно-коммуникационных технологий подразумевает проектирование

² Родионов М. А. Адаптивная технология обучения школьников математике, учитывающая особенности их предметной одаренности (проект «Математический трамплин») // Научный электронный журнал «Меридиан». Материалы конференции «Новые информационные технологии в образовании». 2017. № 2 (5). С. 20–21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29010777> (дата обращения: 14.10.2017).



новых форм и методик обучения с целью повышения эффективности образовательного процесса в высшем учебном заведении (М. А. Родионов [12], Т. Н. Суворова [13], О. М. Гущина, О. П. Михеева [14], М. Д'Соуза, П. Родригес [15], К. Кедрака, Г. Ротиди [16]).

Современная методика обучения математике опирается на «модели инновационного обучения, позволяющие синтезировать новые методические подходы и идеи, внедрять эффективные организационные наработки», которые помогают педагогу-математику управлять учебным процессом с целью получения оптимальных запланированных результатов [17; 18]. В соответствии с требованиями образовательных стандартов нового поколения, основные профессиональные образовательные программы математических курсов и специальных дисциплин в вузе направлены на повышение качества подготовки бакалавров и магистров на основе создания механизмов эффективного формирования у них компетенций, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности. Для решения такой стратегической образовательной задачи рабочие программы и новые курсы разрабатываются с опорой на вариативную часть учебного плана, предполагая при этом максимальное сближение профессиональной подготовки с производственной практикой в условиях конкретного региона.

Проблемам изучения и развития психолого-педагогических способностей обучаемых посвящено немало работ (М. Д'Соуза, П. Родригес [19], Су Чунг-Хо [20], Л. Робертс [21], А. В. Кудряшова, Т. Н. Горбатова, Н. Е. Рожкова [22] и др.). В настоящее время в рамках организации учебного процесса в вузе и средней школе активно используются диагностика интеллектуальных и профессиональных способностей обучаемых, различные виды компьютерного тестирования на этапах обучения. При этом Ч. Боднар, Р. Кларк акцентируют внимание на важности установления позитивных коммуникативных отношений между педагогом и учащимися в учебном процессе [23]. В работе С. Арнаба и С. Кларка отмечаются

проблемы отсутствия в некоторых случаях полных методических рекомендаций при использовании информационных технологий в образовании [24]. А. А. Дворяткина и А. А. Дякина выделяют идеи проникновения гуманитарных и математических методов в различные области знаний [25].

Все вышесказанное подтверждает актуальность пересмотра методов, содержания и средств обучения студентов агроинженерных направлений подготовки университета в условиях реализации образовательных стандартов нового поколения.

Материалы и методы

Методология исследования опирается на обобщение зарубежного и отечественного педагогического опыта обучения студентов в вузах (Г. И. Саранцев [3], В. С. Сенашенко [26], Р. Фелдер и соавторы [27], А. Моханти, Д. Даш [28], А. Джохри [29], Р. Лью, И. Хунг [30] и др.). В процессе экспериментальной работы использовались методы эмпирического исследования: педагогический эксперимент, проведение педагогических измерений, экспериментальное обучение математике.

Курс высшей математики на агроинженерных направлениях подготовки университета входит в базовый цикл дисциплин, поэтому изучается студентами на начальном этапе обучения. По нашему мнению, в условиях ранней специализации естественно было бы организовать процесс обучения с помощью методической системы, которая позволила бы студентам эффективно усваивать учебный материал, учитывая при этом межпредметные связи. В этом плане одним из приоритетных направлений является разработка и внедрение в учебный процесс электронных курсов и образовательных ресурсов. Курс высшей математики считается предшествующим для таких дисциплин, как статистические методы в земледелии, основы научных исследований в агрономии, программирование урожаев. Изучение таких предметов, как «Детали машин», «Сопrotивление материалов», «Начертательная геометрия и инженерная графика», предполагает наличие базовых знаний и умений по векторной алгебре,

аналитической геометрии. Без умений пользоваться математическим аппаратом статистического анализа невозможно освоить дисциплины «Экономическая теория», «Организация и управление производством». Изучение курса общей физики и теплотехники предполагает наличие базовых знаний по математическому анализу и дифференциальным уравнениям. Следовательно, рабочая программа курса математики на агроинженерных направлениях подготовки вуза должна разрабатываться с учетом разделов и тем, необходимых студентам в учебном процессе в дальнейшем.

Процесс обучения студентов Аграрно-технологического института Марийского государственного университета осуществлялся с использованием электронного курса «Математика», разработанного Е. Н. Никифоровой на базе платформы Learning Management System Moodle (LMS Moodle), и с применением инструментов и сервисов электронного обучения. Курс включал в себя следующие модули:

- структурированный краткий теоретический материал;
- подробный разбор типовых практических заданий;
- тесты для самоконтроля;
- типовые задачи для самостоятельного решения с ответами;
- справочный материал³.

Для организации самостоятельной работы студентов и проведения практических занятий использовались учебники и учебно-методические пособия, в частности, специально разработанные авторами для агроинженерных направлений подготовки вуза: «Элементы линейной и векторной алгебры»⁴ и «Краткий курс дифференциального исчисления»⁵. Для проведения аттестации знаний студентов были составлены итоговые тесты, содержащие двадцать заданий и охватывающие следующие разделы рабочих программ курса математики:

- элементы линейной алгебры;
- элементы векторной алгебры;
- аналитическая геометрия на плоскости;
- аналитическая геометрия в пространстве;
- введение в анализ;
- неопределенный интеграл.

В статье приведены результаты исследований с использованием методических подходов, позволивших повысить итоговый показатель успеваемости студентов университета. В рамках экспериментальной работы обучающимся были предложены числовой и арифметический тесты для определения их способностей к анализу количественных данных, выявлению закономерностей, проведению вычислений и логическому рассуждению.

Для обработки результатов педагогического эксперимента были использованы аппарат статистического анализа и методика определения внутрипредметных связей в системах математических задач с применением корреляционного анализа.

Результаты исследования

Для эффективности обучения математике студентов агроинженерных направлений подготовки вуза целесообразно использование в учебном процессе электронного курса дисциплины. С учетом вышесказанного были предложены методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов университета.

В своей преподавательской деятельности при работе со студентами-агрярами Е. Н. Никифоровой применялись репродуктивные, объяснительно-иллюстративные, частично-поисковые методы обучения, а также метод поэтапного формирования умственных действий. В качестве средств обучения использовались учебники, специализированные системы математических задач и упражнений, авторские учебно-методические пособия. Кроме того,

³ Там же.

⁴ Попов Н. И., Никифорова Е. Н. Элементы линейной и векторной алгебры : учеб.-метод. пособие. Йошкар-Ола : Изд-во Марийск. гос. ун-та, 2014. 48 с.

⁵ Попов Н. И., Никифорова Е. Н. Краткий курс дифференциального исчисления : учеб.-метод. пособие. Йошкар-Ола : Изд-во Марийск. гос. ун-та, 2016. 85 с.



был разработан и внедрен в образовательный процесс электронный курс «Математика» на базе платформы LMS Moodle, содержащий учебно-методические разработки дисциплины с модульным построением изучаемого материала.

При проведении опытно-экспериментальной работы со студентами существенным образом была использована методика выявления внутрипредметных связей, основанная на выделении ключевых примеров и упражнений в системах математических задач.

С целью определения уровня математических способностей студентов I–II курсов направлений подготовки «Агроинженерия», «Продукты питания животного происхождения», «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» и студентов I курса по программам обучения «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», «Механизация сельского хозяйства» Йошкар-Олинского аграрного колледжа ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» было проведено тестирование с участием 147 респондентов. Для определения способностей к анализу количественных данных, проведению вычислений и логическому рассуждению были использованы числовой и арифметический тесты, включающие задания по воспроизведению закодированной числовой последо-

вательности и требующие выполнения определенных математических операций. В течение фиксированного промежутка времени по числовому тесту студентам необходимо было выполнить максимальное количество заданий из 20 предложенных, а по арифметическому тесту – из 30 предложенных. Конечно, делать окончательные выводы об уровне математических способностей студентов по результатам двух тестов преждевременно, но уже на данном этапе исследования можно отметить следующее: высокие показатели тестируемых могут выявить скрытый потенциал для выбора той или иной профессии, в нашем случае инженерной, требующей умения анализировать узкоспециализированную информацию и проводить необходимые технические расчеты. Из статистических данных таблицы 1 следует, что по числовому тесту во всех академических группах средний показатель испытуемых соответствует способностям выше среднего, по арифметическому тесту также получены высокие результаты.

Для проведения аттестации знаний студентов по изученным (вышеуказанным) разделам математики были использованы итоговые тесты, содержащие двадцать заданий. Результаты тестирования с указанием академических групп представлены в таблице 1.

Отметим, что переход на федеральные государственные образовательные стандарты нового поколения предполагает

Т а б л и ц а 1. Среднее количество выполненных студентами заданий по тестам
Table 1. Average number of completed questions in all tests

Группа / Group	Количество студентов / The number of students	Среднее количество выполненных заданий / The average marks for completed questions		
		Числовой тест / Find the pattern tests	Арифметический тест / Numeracy test	Итоговый тест (20 заданий) / Final test (20 questions)
ПП	28	8,82	16,32	16,96
ТС-12	20	8,95	18,95	16,35
АИ-17	15	8,8	16,47	18,8
АИ-27	19	9,11	16,26	12,63
ТС-11	15	8,8	18,07	10,2
ТТО-11	27	7,26	12,96	9,85
ЭАСХ-11	23	8,48	14,26	10,78

необходимость организации учебной деятельности студентов с использованием интерактивных средств обучения. Электронный курс «Математика» был апробирован в 2015–2017 гг. при обучении студентов-аграриев Марийского государственного университета и Йошкар-Олинского аграрного колледжа. В ходе педагогического эксперимента в 2016–2017 гг. осуществлялось комплексное использование авторских учебно-методических пособий, электронного курса, компьютерных тестов и методики определения ключевых примеров и упражнений в системах математических задач. При обучении студентов математике в экспериментальных академических группах (ПП, ТС-12, АИ-17, ТС-11) Е. Н. Никифоровой применялся следующий подход: комплексное использование традиционной объяснительно-иллюстративной подачи учебного материала, электронного курса «Математика» и компьютерных тестов для проведения лекционных и практических занятий предполагало также применение в учебном процессе методики выявления ключевых примеров и упражнений в системах математических задач. В контрольных академических группах (АИ-27, ТПО-11, ЭАСХ-11) указанные методика и электронный курс не использовались.

Как отмечалось ранее, для аттестации знаний студентов мы использовали тест, содержащий двадцать заданий из разных математических разделов рабочей программы. Результаты итогового тестирования в экспериментальных группах были подвергнуты тщательному анализу. В процессе исследования составлены сводные таблицы статистических данных, где для всех обучаемых указывались отметки о количестве правильно выполненных заданий. Кроме того, при анализе данных применялся метод сведения к дихотомии: баллы 0, 1, 2 и 3, выставленные за каждое задание, заменены на 0, а баллы 4 и 5 – на 1. Такая операция упрощает введение в память компьютера статистической информации. Далее для значений столбцов полученных таким образом ма-

триц, состоящих из единиц и нулей, были вычислены коэффициенты корреляции, выражающие тесноту связей между заданиями данного теста, а также значения t -критерия достоверности этих связей [9]. Поскольку матрица значений t -критерия, элементы которой представлены в таблице 2, симметрична относительно главной диагонали, выделенной прямоугольниками, то таблица заполнена лишь наполовину. Значения t -критерия для малых выборок следует сравнивать с числом 1,64. Поэтому в таблице значения t при $t \geq 1,64$ выделены темным фоном, для них достоверность вывода составляет не менее 90 %. Последнее означает, что связь между такими заданиями значимая, сильная и очень сильная⁶.

На основе данных таблицы 2 была построена круговая диаграмма сильных связей между заданиями итогового теста (рис. 1). Номерам кружков на ней соответствуют номера заданий теста. Если между заданиями существует сильная связь, что соответствует значениям $t \geq 1,64$, то круги с такими номерами соединены сплошными линиями, если связь слабая – пунктирными. Во избежание излишней громоздкости и для наглядности диаграммы на рисунке 1 обозначены лишь три пунктирные линии.

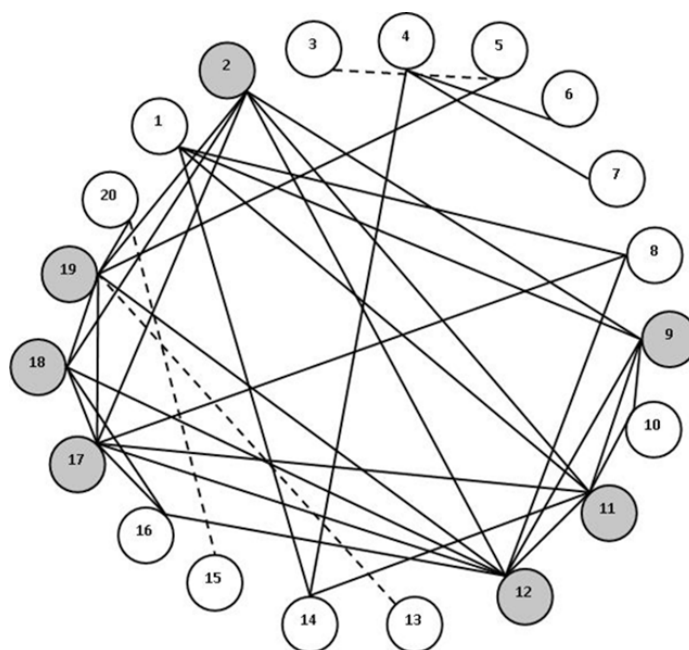
На представленной схеме кружочками с темным фоном обозначены задания, имеющие много связей с другими упражнениями теста и невысокий средний балл при выполнении студентами. В нашем случае, это задачи № 2 и № 19, имеющие по шесть сильных связей, № 9 и № 18 – по пять, № 11 и № 17 – по семь, № 12 – восемь. Обратим внимание на задачу № 12, которая имеет наибольшее количество связей, а именно с заданиями № 2, 8, 9, 11, 16, 17, 18, 19 из раздела «Введение в анализ». В данном случае наличие большого количества связей обусловлено тем, что последние указанные задания из теста относятся к одному разделу математики. Если на консультации со студентами задаче № 12 уделить особое внимание в плане теоретического разбора учебного материала-

⁶ Попов Н. И. Технологии предметного обучения будущих математиков в университете. С. 158.



Таблица 2. Матрица значений t -критерия
Table 2. T -criteria matrix of values

Номер задания / Assignment number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		1,38	1,47	-1,05	-0,87	-1,56	-0,41	2,01	2,12	1,21	2,77	1,49	-2,49	2,58	-1,38	-1,03	0,55	-1,11	-0,06	-0,69
2			0,98	-2,45	1,13	-1,13	0,28	1,38	2,72	0,55	1,73	2,46	-1,41	-0,27	-0,87	1,55	2,72	1,73	1,97	0,38
3				-0,13	0,75	-1,7	-1,47	0,52	0,1	-0,42	0	-0,31	0,75	0,82	-0,98	-1,53	-1,75	-0,98	-0,21	0,14
4					-0,87	1,9	2,05	-1,05	-1,4	-1,05	-1,75	-1,77	1,18	2,39	1,4	-3,06	-1,4	-2,45	-0,87	0,36
5						-1,9	-1,56	-0,87	0,15	0,75	-0,28	-0,45	1,07	-0,15	0,56	1,45	0,95	0,28	2,72	0,58
6							1,56	-0,75	-0,95	-0,75	-0,56	-0,36	0,58	0,15	-0,56	0,37	-0,15	1,41	-1,07	0,54
7								-0,41	1,02	-0,41	0,55	0,09	-0,75	1,34	-0,28	-0,76	1,02	-0,55	-0,75	-0,41
8									1,34	-1,18	1,11	3,07	-0,87	0,23	-1,38	0,76	2,12	0,55	1,56	1,51
9										2,12	2,18	2,15	-1,45	0,97	-0,27	-0,55	1,34	0,27	0,95	-2,09
10											1,94	1,49	-0,87	1,02	0,28	0,76	1,34	1,38	1,56	-1,8
11												2,46	-2,82	2,72	-0,87	1,24	2,18	0,87	-0,28	-1,53
12													-1,25	0,17	0	1,67	3,7	2,46	1,96	0,85
13														-0,95	0,56	-0,37	-0,65	0,28	1,07	-0,54
14															0,27	-2,08	0,2	-1,91	-0,15	-1,16
15																-1,55	-0,27	0	0,56	0,77
16																	2,96	3,42	1,45	1,28
17																		2,72	3,34	1,16
18																			1,97	1,53
19																				1,7
20																				



Р и с. 1. Круговая диаграмма связей между заданиями теста
F i g. 1. Circular diagram of the inter-links of the test questions

ла и практического закрепления умений и навыков решения такого типа задач, то, на наш взгляд, это должно улучшить результаты выполнения не только самого задания № 12, но и тех упражнений, с которыми данное задание имеет сильные связи. Поэтому подобные задачи, а в нашем случае еще и примеры № 2, 9, 11, 17, 18, 19, можно назвать ключевыми для предложенного теста.

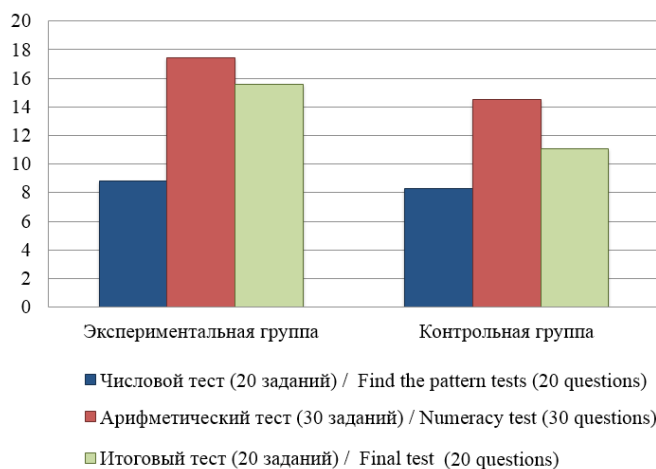
Использование электронного курса «Математика», методики определения ключевых примеров в системах математических задач, авторских учебно-методических пособий при обучении студентов позволило в 2017 г. получить более высокие показатели в экспериментальных группах по сравнению с контрольными по среднему количеству выполненных обучаемыми заданий по итоговому математическому тесту (рис. 2). При этом отметим, что в экспериментальной и контрольной группах студенты примерно одинаково справились с числовым тестом, предложенным обучаемым в начальной стадии опытно-экспериментальной работы.

Педагогические эксперименты, проведенные ранее, также подтвердили, что выделение ключевых примеров и упражнений в системах математических задач и их наработка позволяют повысить качество знаний обучаемых⁷.

Обсуждение и заключения

При экспериментальном обучении математике студентов агроинженерных направлений подготовки вуза Е. Н. Никифоровой было осуществлено комплексное использование в образовательном процессе электронного курса, учебно-методических пособий, компьютерных тестов и методики выделения ключевых примеров в системах математических задач. После изучения курса высшей математики было проведено итоговое тестирование студентов. В результате в экспериментальных группах были получены более высокие показатели по сравнению с контрольными. Если в контрольных группах обучаемые успешно решали в среднем 55 % предложенных задач, то в экспериментальных группах – 78 %. Исследования, прове-

⁷ Там же. С. 162.



Р и с. 2. Среднее количество решенных задач студентами экспериментальной и контрольной групп

Fig. 2. Average number of completed questions in experimental and control groups

денные в 2015–2017 гг., подтвердили, что предложенные авторами методические подходы эффективно влияют на усвоение обучающимися теоретического и практического учебного материала, тем самым обоснована возможность и целесообразность их внедрения в образовательный процесс университета. Таким образом, основная цель экспериментального исследования достигнута.

Отметим, что необходимо обращать особое внимание студентов на межпредметные и внутрипредметные связи дисциплины при обучении математике. Они способствуют установлению логических связей между математическими понятиями, развитию аналитического мышления обучающихся, в конечном счете, формированию у студентов научного мировоззрения.

При проведении исследований мы опирались на методику выявления внутрипредметных связей с использованием ключевых примеров и упражнений в системах математических задач. Как подтвердила опытно-экспериментальная ра-

бота, указанные примеры имеют много пересечений с другими заданиями контрольных работ и тестов, поэтому им необходимо уделять особое внимание при теоретическом разборе изучаемого материала, а также закреплении умений и навыков решения задач на практике. Круговые диаграммы сильных связей между математическими заданиями наглядно иллюстрируют, каким именно конкретным задачам преподаватель должен уделить пристальное внимание на консультациях с целью повышения качества знаний обучающихся.

Результаты экспериментальной работы будут полезными для педагогов-предметников и работников системы образования. Считаем, что методические подходы, использованные при обучении студентов математике, в своей профессиональной деятельности могут успешно применять, в частности, преподаватели физики, химии и биологии в высшем учебном заведении и средней общеобразовательной школе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Заславская О. Ю. Возможности сетевых образовательных ресурсов для подготовки критериально-ориентированных заданий // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2016. № 4 (38). С. 37–43. URL: https://www.mgpu.ru/nauka/sien_mag/vestnik_mgpu (дата обращения: 14.10.2017).

2. Поличка А. Е., Кислякова М. А. Принципы отбора содержания обучения бакалавров для реализации педагогического потенциала математических дисциплин // Сибирский педагогический журнал. 2017. № 3. С. 71–74. URL: <http://sp-journal.ru/article/2277> (дата обращения: 14.10.2017).
3. Саранцев Г. И. Гармонизация профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» // Интеграция образования. 2016. Т. 20, № 2. С. 211–219. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.211-219
4. Брейтгам Э. К. Взаимосвязь целостности и понимания в обучении // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2015. № 6. С. 27–33. DOI: 10.15293/2226-3365.1506.03
5. Смолеусова Т. В. Концепция личностно-ориентированного подхода в образовании на основе проявления личности // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2016. № 6. С. 7–16. DOI: 10.15293/2226-3365.1606.01
6. Утеева Р. А. Содержательно-методические особенности подготовки магистров математического образования в России // Science and Education a New Dimension. 2015. Т. 3, № 45. С. 14–17. URL: <http://seanewdim.com/i45.html> (дата обращения: 14.10.2017).
7. Хеннер Е. К. Вычислительное мышление // Образование и наука. 2016. № 2. С. 18–33. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33
8. Царева П. Ш., Царев С. А. Проблемы формирования интерпретационно-диалогового мышления обучающихся в условиях игрофикации образования [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. С. 100–108. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26104> (дата обращения: 14.10.2017).
9. Попов Н. И., Марасанов А. Н. Использование специальной методики при обучении решению математических задач // Вестник Московского государственного областного университета. 2014. № 1. С. 86–89. URL: <http://www.vestnik-mgou.ru/Articles/View/7063> (дата обращения: 14.10.2017).
10. Expert system for diagnosis of discus fish disease using fuzzy logic approach / N. Hanafiah [et al.] // Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Computer and Communications. 2015. No. 1 (1). Pp. 56–61. DOI: 10.1109/CompComm.2015.7387540
11. Dichev Ch., Dicheva D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review // International journal of educational technology in higher education. 2017. Vol. 14. Pp. 9. DOI: 10.1186/s41239-017-0042-5
12. Родионов М. А. Информационные технологии и современные политические элиты // Социально-гуманитарные знания. 2017. № 1. С. 117–129. URL: <http://socgum-zhurnal.ru/index.php/cod/2017/-/1> (дата обращения: 14.10.2017).
13. Суворова Т. Н. Анализ подходов к типологии электронных образовательных ресурсов // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2015. № 1 (31). С. 70–84. URL: https://www.mgpu.ru/nauka/sien_mag/vestnik_mgpu (дата обращения: 14.10.2017).
14. Гуцина О. М., Михеева О. П. Массовые открытые онлайн-курсы в системе подготовки и повышения квалификации педагогических кадров // Образование и наука. 2017. № 7. С. 119–136. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-7-119-136
15. D'Souza M. J., Rodrigues P. Engaging millennial students in an engineering classroom using extreme pedagogy // Indian Journal of Science and Technology. 2015. Vol. 8, issue 24. Pp. 1–6. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i24/79959
16. Kedraka K., Rotidi G. University pedagogy: a new culture is emerging in greek higher education // International Journal of Higher Education. 2017. Vol. 6, no. 3. Pp. 147–153. DOI: 10.5430/ijhe.v6n3p147
17. Попов Н. И. О методических особенностях решения задач на составление уравнений // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. 2013. № 4 (Ч. 2). С. 168–175. URL: <http://vestnik.chgpu.edu.ru/?do=online> (дата обращения: 14.10.2017).
18. Попов Н. И. Об эффективности использования модели обучающей технологии по тригонометрии при обучении студентов-математиков // Образование и наука. 2013. № 9. С. 138–153. DOI: 10.17853/1994-5639-2013-9-138-153
19. D'Souza M. J., Rodrigues P. Extreme pedagogy: An Agile teaching-learning methodology for engineering education // Indian Journal of Science and Technology. 2015. Vol. 8, issue 9. Pp. 828–833. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i9/53274
20. Chung-Ho Su. The effects of students' motivation, cognitive load and learning anxiety in gamification software engineering education: a structural equation modeling study // Multimed Tools Appl. 2016. Vol. 75, issue 16. Pp. 10013–10036. DOI: 10.1007/s11042-015-2799-7



21. Roberts L. D. Editorial: Research methods pedagogy: Engaging psychology students in research methods and statistics // *Frontiers in Psychology*. 2016. Vol. 7. Pp. 1430. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01430
22. Kudryashova A. V., Gorbatova T. N., Rozhkova N. E. Developing a blended learning based model for teaching foreign languages in engineering institutions // *SHS Web of Conferences*. EDP Sciences. 2016. Vol. 28. Pp. 1–4. DOI: 10.1051/shsconf/20162801128
23. Bodnar Ch., Clark R. Can game-based learning enhance engineering communication skills? // *IEEE transactions on professional communication*. 2017. Vol. 60, issue 1. Pp. 24–41. DOI: 10.1109/TPC.2016.2632838
24. Arnab S., Clarke S. Towards a trans-disciplinary methodology for a game-based intervention development process // *British journal of educational technology*. 2017. Vol. 48, issue 2. Pp. 279–312. DOI: 10.1111/bjet.12377
25. Dvoryatkina S. N., Dyakina A. A. On variability of authors' style under the influence of the socio-cultural environment in the context of dialogue of natural scientific and humanitarian cultures // *Mediterranean journal of social sciences*. 2015. Vol. 6, no. 5 S4. Pp. 167–171. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n5s4p167
26. Сенашенко В. С. О реформировании отечественной системы высшего образования: некоторые итоги // *Высшее образование в России*. 2017. № 6. С. 5–15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29381630> (дата обращения: 14.10.2017).
27. The future of engineering education II. teaching methods that work / R. M. Felder [et al.] // *Chemical Engineering Education*. 2000. Vol. 34, issue 1. Pp. 26–39. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf> (дата обращения: 14.10.2017).
28. Mohanty A., Dash D. Engineering education in India: Preparation of professional engineering educators // *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*. 2016. Vol. 4, no. 02. Pp. 92–101. DOI: 10.4236/jhrss.2016.42011
29. Johri A. Book Review: Designing and using effective learning environments // *Advances in Engineering Education*. 2017. Vol. 6, issue 1. Pp. 1–2. URL: <http://advances.asee.org/publication/book-review-designing-and-using-effective-learning-environments> (дата обращения: 14.10.2017).
30. Liou P. Y., Hung Y. C. Statistical techniques utilized in analyzing PISA and TIMSS data in science education from 1996 to 2013: A methodological review // *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2015. Vol. 13, issue 6. Pp. 1449–1468. DOI: 10.1007/s10763-014-9558-5

Поступила 19.07.2017; принята к публикации 24.11.2017; опубликована онлайн 30.03.2018.

Об авторах:

Попов Николай Иванович, заведующий кафедрой физико-математического и информационного образования ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина» (167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., д. 55), доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5310-4485>, Researcher ID: P-7428-2015, popovnikolay@yandex.ru

Никифорова Елена Николаевна, старший преподаватель кафедры математического анализа и теории функций ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» (424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2402-4317>, Researcher ID: P-8776-2015, elena-niki@rambler.ru

Заявленный вклад авторов:

Попов Н. И. – научное руководство; развитие методологии; администратор проекта; критический анализ и доработка текста.

Никифорова Е. Н. – представление данных в тексте; компьютерные работы; подготовка начального варианта текста; проведение экспериментов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Zaslavskaya O.Yu. Possibilities of network educational resources for preparation of criterion-oriented tasks. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Ser.: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya* = *Vestnik Moscow City University. Series "Informatics and Informatization of Education"*. 2016; 4(38):37-43. Available at: https://www.mgpu.ru/nauka/sien_mag/vestnik_mgpu (accessed 14.10.2017). (In Russ.)

2. Polichka A.Ye., Kislyakova M.A. Principles of selection of content of training for bachelors for the implementation of pedagogical potential of mathematical disciplines. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal* = Siberian Pedagogical Journal. 2017; 3:71-74. Available at: <http://sp-journal.ru/article/2277> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
3. Sarantsev G.I. Harmonisation of training bachelor's degree students in academic programme "Pedagogical education". *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2016; 20(2):211-219. (In Russ.) DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.211-219
4. Breytigam E.K. Relationship of integrity and understanding in training. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. 2015; 6:27-33. (In Russ.) DOI: 10.15293/2226-3365.1506.03
5. Smoleusova T.V. The concept of learner-centered education based on the manifestation of personality. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. 2016; 6:7-16. (In Russ.) DOI: 10.15293/2226-3365.1606.01
6. Uteeva R.A. Substantive and methodological teaching features masters of mathematical education in Russia. *Science and Education: a New Dimension*. 2015. 3(45):14-17. Available at: <http://seanewdim.com/i45.html> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
7. Khenner Ye.K. Computational thinking. *Obrazovaniye i nauka* = The Education and Science Journal. 2016; 2:18-33. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33
8. Tsareva R.Sh., Tsarev S.A. The problems of formation of interpretative-dialogic thinking of students in conditions of gamification of education. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education. 2017; 1:100-108. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26104> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
9. Popov N.I., Marasanov A.N. The use of special methods when teaching to solve mathematical problems. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta* = Bulletin of the Moscow State Regional University. 2014; 1:86-89. Available at: <http://www.vestnik-mgou.ru/Articles/View/7063> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
10. Hanafiah N., Sugiarto K., Ardy Yu., Prathama R., Suhartono D. Expert system for diagnosis of discus fish disease using fuzzy logic approach. *Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Computer and Communications*. 2015; 1(1):56-61. DOI: 10.1109/CompComm.2015.7387540
11. Dichev Ch., Dicheva D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017; 14:9. DOI: 10.1186/s41239-017-0042-5
12. Rodionov M.A. Information technology and modern political elite. *Sotsialno-gumanitarnye znaniya* = Socio-Humanitarian Knowledge. 2017; 1:117-129. Available at: <http://socgum-zhurnal.ru/index.php/cod/2017/-1> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
13. Suvorova T.N. Analysis of approaches to typology of electronic educational resources. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Ser.: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya* = Vestnik Moscow City University. Series "Informatics and Informatization of Education". 2015; 1(31):70-84. Available at: https://www.mgpu.ru/nauka/sien_mag/vestnik_mgpu (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
14. Gushchina O.M., Mikheeva O.P. Massive open online courses for Pedagogical staff Training. *Obrazovaniye i nauka* = The Education and Science Journal. 2017; 7:119-136. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2017-7-119-136
15. D'Souza M.J., Rodrigues P. Engaging millennial students in an engineering classroom using extreme pedagogy. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015; 8(24):1-6. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i24/79959
16. Kedraka K., Rotidi G. University pedagogy: a new culture is emerging in greek higher education. *International Journal of Higher Education*. 2017; 6(3):147-153. DOI: 10.5430/ijhe.v6n3p147
17. Popov N.I. On methodological peculiarities of solving problems on generation of equations. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. Ya. Yakovleva* = Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin. 2013; 4(2):168-175. Available at: <http://vestnik.chgpu.edu.ru/?do=online> (accessed 14.10.2017). (In Russ.)
18. Popov N.I. On the effectiveness of the learning technology model for teaching trigonometry to mathematical profile students. *Obrazovaniye i nauka* = The Education and Science Journal. 2013; 9:138-153. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2013-9-138-153
19. D'Souza M.J., Rodrigues P. Extreme pedagogy: an agile teaching-learning methodology for engineering education. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015; 8(9):828-833. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i9/53274
20. Chung-Ho Su. The effects of students' motivation, cognitive load and learning anxiety in gamification software engineering education: a structural equation modeling study. *Multimed Tools Appl*. 2016; 75(16):10013-10036. DOI: 10.1007/s11042-015-2799-7



21. Roberts L.D. Editorial: research methods pedagogy: engaging psychology students in research methods and statistics. *Frontiers in Psychology*. 2016; 7:1430. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01430
22. Kudryashova A.V., Gorbatova T.N., Rozhkova N.E. Developing a blended learning based model for teaching foreign languages in engineering institutions. *SHS Web of Conferences. EDP Sciences*. 2016; 28:1-4. DOI: 10.1051/shsconf/20162801128
23. Bodnar Ch., Clark R. Can game-based learning enhance engineering communication skills? *IEEE transactions on professional communication*. 2017; 60(1):24-41. DOI: 10.1109/TPC.2016.2632838
24. Arnab S., Clarke S. Towards a trans-disciplinary methodology of a game-based intervention development process. *British Journal of Educational Technology*. 2017; 48(2):279-312. DOI: 10.1111/bjet.12377
25. Dvoryatkina S.N., Dyakina A.A. On variability of authors' style under the influence of the socio-cultural environment in the context of dialogue of natural scientific and humanitarian cultures. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015; 6(5 S4):167-171. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n5s4p167
26. Senashenko V.S. On the Reforming of National Higher Education System. *Vysshye obrazovaniye v Rossii* = Higher education in Russia. 2017; 6:5-15. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29381630> (accessed 14.10.2017).
27. Felder R.M., Woods D.R., Stice J.E., Fugarcia A. The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*. 2000; 34(1):26-39. Available at: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf> (accessed 14.10.2017).
28. Mohanty A., Dash D. Engineering education in India: preparation of professional engineering educators. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*. 2016; 4(02):92-101. DOI: 10.4236/jhrss.2016.42011
29. Johri A. Book review: designing and using effective learning environments. *Advances in Engineering Education*. 2017; 6(1):1-2. Available at: <http://advances.asee.org/publication/book-review-designing-and-using-effective-learning-environments> (accessed 14.10.2017).
30. Liou P.Y., Hung Y.C. Statistical techniques utilized in analyzing PISA and TIMSS data in science education from 1996 to 2013: A methodological review. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2015; 13(6):1449-1468. DOI: 10.1007/s10763-014-9558-5

Submitted 19.07.2017; revised 24.11.2017; published online 30.03.2018.

About the authors:

Nikolay I. Popov, Head of Chair of Physico-Mathematical and IT Education, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55 Oktyabarskiy Prospekt, Syktyvkar 167001, Russia), Dr.Sci. (Pedagogy), Ph.D. (Physics and Mathematics), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-5310-4485>, **Researcher ID**: P-7428-2015, popovnikolay@yandex.ru

Elena N. Nikiforova, Senior Lecturer of Chair of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russia), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0003-2402-4317>, **Researcher ID**: P-8776-2015, elena-niki@rambler.ru

Contribution of the authors:

Popov N.I. – research and project management; development of methodology; critical analysis and final editing the text.

Nikiforova E.N. – collecting the data; computer processing; writing the draft; conducting the experiment.

All authors have read and approved the final manuscript.