

Т. В. Врачинская, О. В. Парахина, А. Б. Серых

**НОВЫЕ РЕАЛИИ ИНТЕГРАЦИИ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ
НА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОДГОТОВКИ
В ЦИФРОВУЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ СРЕДУ**

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Поступила в редакцию 03.08.2023 г.

Принята к публикации 30.08.2023 г.

doi: 10.5922/pikbfu-2023-3-10

Для цитирования: *Врачинская Т. В., Парахина О. В., Серых А. Б.* Новые реалии интеграции математического образования в вузе на педагогических направлениях подготовки в цифровую образовательную среду // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Филология, педагогика, психология. 2023. №3. С. 96 – 103. doi: 10.5922/pikbfu-2023-3-10.

Актуализируется необходимость интеграции и цифровизации в области математического образования при обучении бакалавров педагогических направлений подготовки в период перехода от SPOD-мира к VUCA-миру. Представлены направления модернизации и интеграции в обучении модулям и дисциплинам математического и информационного циклов в условиях цифровизации математического образования. Эти направления открывают новые возможности в подготовке будущих учителей математики, востребованных на рынке труда. Авторы предприняли попытку анализа потенциала дисциплин математического и информационного циклов в контексте междисциплинарной интеграции в области математического образования. Предложены три направления модернизации обучения основам теории массового обслуживания (целевой аспект, организационные процессы, содержательный аспект передачи знаний), которые включают в себя обновление целей математического образования бакалавров педагогических направлений подготовки, создание организационной инфраструктуры для обеспечения цифровизации и информатизации математического образования, актуализация его содержательного аспекта алгоритмами решения задач с применением инструментов программ общего и специального назначения. Представлен зарубежный опыт обучения теории массового обслуживания, в том числе посредством внедрения VR-технологий, веб-квестов в образовательный процесс, а также использования программных продуктов AnyLogic, Wolfram Alpha и др.

Ключевые слова: интеграция, цифровые технологии, цифровизация математического образования, подготовка педагогов, цифровая образовательная среда

Быстрота и качество трансформаций, происходящих сегодня в мире, изменения на рынке труда, потребности в формировании новых компетенций вынуждают систему образования менять подходы и фокусы в подготовке специалистов, в том числе в области педагогического образования. Технологическое развитие цивилизации, переход от



SPOD-мира к VUCA-миру идет экспоненциально, что должно стать ориентиром реорганизации образовательного процесса [2]. При этом интеграция на различных уровнях (дисциплин, компетенций, образовательных сред и т.д.) может выступать фундаментальной основой в контексте построения профессионально-личностной траектории в процессе формирования самостоятельно мыслящей, творческой личности.

Происходящие в образовании трансформации, регламентированные федеральными и национальными проектами [4; 6], призваны подготовить грамотных учителей математики, являющихся пользователями цифровых технологий и обладающих компетенциями XXI в. В этой связи роль математического образования и его практико-ориентированная направленность становится все более ощутимой [1]. Цифровизация и интеграция обуславливают направление вектора развития математического образования в контексте подготовки педагогов и предоставляют возможность ее качественной надстройки. В этом отношении считаем необходимым рассмотреть потенциал учебных дисциплин «Теория массового обслуживания», «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Информатика», «Теория случайных процессов», «Математическая статистика», «Теория вероятностей» в условиях цифровизации математического образования и усиления межпредметных интеграционных связей внутри модулей дисциплин математического и информационного циклов на педагогических направлениях подготовки.

Нестабильность, неопределенность, сложность и неоднозначность как составляющие акронима VUCA характеризуют основы модулей и дисциплин математического и информационного циклов. Существует значительная потребность в выявлении, подготовке и реагировании на события в каждой категории VUCA-мира [7; 12]. Нестабильность, отражающая высокую скорость происходящих изменений, подходит для описания быстроменяющейся ситуации при применении теории массового обслуживания. Неопределенность предполагает нецелесообразность применения детерминистских моделей для принятия решений и актуализирует обращение к теории случайных процессов. Сложность, заключающаяся в парадоксе кажущейся простоты вероятностных задач, связанных с работой систем массового обслуживания различного вида требований, при этом приводит к кратности роста сложности задействованного математического аппарата при изменении хотя бы одного параметра входящего потока или самой системы. Неоднозначность предполагает существование различных сценариев построения дисциплины очереди и ее обслуживания системой.

Интегративная по своей сути дисциплина «Теория массового обслуживания» углубляет и расширяет предметную и методологическую подготовку бакалавров педагогических направлений, усиливая профессиональную направленность обучения.

«Теория массового обслуживания» – это математическая дисциплина, которая анализирует и предлагает решения процессам, в которых потоки запросов проходят через определенные устройства для их обслуживания. Пионером теории массового обслуживания был датский инженер Агнер К. Эрланг (A.K. Erlang). В начале XX в. он вывел уникальные закономерности для вероятностей состояний стабилизирован-



ной цепи Маркова с потерями. Системы массового обслуживания — это системы (физические, социальные), ориентированные на удовлетворение потребностей отдельных лиц, клиентов и требований, поступающих в систему [10]. В контексте рассматриваемой дисциплины межпредметные связи находят свое отражение в системе упражнений и прикладных задач, которые наиболее полно и конкретно выражают цели изучения математических моделей. Реализация междисциплинарной интеграции в области математического образования при обучении бакалавров педагогических направлений подготовки позволяет не только достичь овладения так называемыми «жесткими навыками» (*hard skills* — владение вероятностно-статистическим аппаратом, символикой, языком моделирования, интерпретации и т.д.) и «мягкими компетенциями» (*soft skills* — коммуникативные, гностические умения, формирование самостоятельного научного и профессионального мышления и т.д.), но и сформировать целостное научное мировоззрение будущих педагогов.

Результаты обновленного математического образования должны быть ориентированы как на практико-ориентированный, прикладной, так и на научно-исследовательский вид профессиональной деятельности будущего учителя математики. В контексте трудовой функции 3.2.4 модуля «Предметное обучение. Математика» профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» [5] можно сформулировать основной перечень знаний и умений выпускника: умение работать с цифровыми технологиями сбора, обработки и передачи информации; умение работать с базами данных, анализировать данные и обрабатывать статистику; знание основ кибербезопасности; умение представлять данные в различных формах на основе использования инструментов компьютерных программ общего назначения; знание основ программирования и HTML; умение выбирать и использовать программы общего и специального назначения и их инструменты для решения математических задач, исследования математических моделей прикладных задач; навык работы в различных системах и др.

В рамках использования цифровых технологий представляется логичным в процессе обучения основам теории массового обслуживания модернизировать следующие направления: во-первых, целевой аспект; во-вторых, организационные процессы; в-третьих, содержательный аспект передачи знаний.

В рамках первого направления необходимо обновление целей математического образования бакалавров педагогических направлений, достижение которых приблизит подготовку будущих педагогов к реализации тенденций математизации и цифровизации в профессиональной деятельности. Отметим, что фундаментальный характер математики и возможность повсеместного применения теории массового обслуживания позволяет в содержательном плане ориентироваться практически на любой вид конкретной профессиональной деятельности: как в области преподавания учебных предметов математического цикла, так и в различных технических областях, в социальной сфере



постоянно возникает необходимость решения вероятностных задач, в том числе связанных с работой систем массового обслуживания различного вида требований.

Организационный аспект носит скорее экономический характер, связанный с оснащением образовательной среды техническими средствами, созданием организационной инфраструктуры для обеспечения процесса цифровизации и информатизации математического образования в контексте междисциплинарной интеграции. Функциональные возможности и технические характеристики цифровых технологий в последнее время феноменально быстро растут, расширяя профессиональные возможности будущих учителей математики. Однако цифровизация математического образования не может сводиться только лишь к модернизации используемых в образовательном процессе гаджетов и замене ручек и тетрадок на ноутбуки и планшеты. Основная задача должна быть поставлена в русле создания и интеграции более результативных и эффективных методов и технологий обучения, отвечающих современным тенденциям и открывающих дорогу новым возможностям. Цифровые технологии выступают как способ технического усовершенствования и как условие изменения уже имеющихся методов.

Достижение сформулированных выше целей модернизации математического образования бакалавров педагогических направлений подготовки в условиях интеграции и цифровизации возможно в случае дополнения его содержательного аспекта алгоритмами, примерами решения задач с применением инструментов программ общего и специального назначения, а также комплектами соответствующих задач с существенным изменением их условий. Настоящие учебники содержат задачи, оторванные от реальности, с данными, специально подобранными так, чтобы минимизировать применение вычислительной техники. Однако очевидная межпредметность и практико-ориентированность теории массового обслуживания требует дополнения их заданиями, требующими сбора и обработки информации, анализа приближенных к реальности процессов. При этом надо понимать, что математические задачи, являющиеся моделями реальных ситуаций, в большинстве своем невозможно решить точными методами, следовательно, возникает необходимость применения цифровых технологий для обработки данных и визуализации результатов. Данное обстоятельство ставит серьезный вопрос о пересмотре содержания математического образования на педагогических направлениях подготовки в плане смещения акцентов с точных на численные методы.

По мнению некоторых зарубежных исследователей, внедрение VR-технологий в курс обучения теории массового обслуживания может быть достаточно эффективным в контексте подготовки будущих специалистов, обеспечивая иммерсивную и интерактивную образовательную среду и представляя более практический и визуальный контекст для теоретических концепций. М. Хамильтон (M. Hamilton), Р. Джарадат (R. Jaradat), П. Джонс (P. Jones) и др. предлагают набор обучающих модулей виртуальной реальности. Эти модули позволяют обучающимся испытать ощущение присутствия в виртуальной среде системы массового обслуживания, которая представляет собой реальную профессио-



нальную ситуацию, а также расширить свои естественные способности восприятия информации и собственный уникальный опыт. Учебные виртуальные модули делают образовательный процесс практико-ориентированным и обеспечивают полное «погружение» обучающихся в профессиональную среду. Одним из преимуществ модулей, по мнению исследователей, является то, что они дают возможность устранить необходимость наличия дорогостоящего оборудования для понимания особенностей применения теории массового обслуживания [11].

Целесообразность использования программных продуктов в процессе обучения основам теории массового обслуживания при моделировании протекания реальных процессов обуславливается возможностью создания адекватной математической модели. Подобное моделирование процессов интегрирует в себе теоретические и экспериментальные методы исследования, что обеспечивает более глубокое погружение обучающегося в изучаемый предмет.

Ряд зарубежных исследователей предлагает использовать веб-квесты, основанные на исследовательском методе, в качестве педагогического инструмента при обучении будущих педагогов теории массового обслуживания. В этом случае обучающиеся разрабатывают и реализуют симуляционные проекты; в веб-квест также должны быть включены вспомогательные материалы, например полезные ссылки на веб-ресурсы и критерии оценивания [8].

Множественная повторяемость ситуаций в системах массового обслуживания в том или ином смысле, а также статистическая устойчивость картины диктует необходимость применения в процессе обучения систем автоматизации трудоемких вычислительных работ, связанных с числовым анализом. Автоматизация сложных вычислений, оптимизация повторяющихся задач с использованием традиционных систем *Mathematica*, *Maple*, *MatLab*, *MathCad* способствует концентрации обучающихся на понимании сути протекающего процесса и дает возможность перераспределить учебное время занятия в пользу развития умения перевести проблему из реальной действительности в математическую модель, исследовать ее и верно интерпретировать полученные результаты.

Одним из примеров нетипичной для математического образования, но перспективной методологии и средства визуального моделирования сложных систем является универсальная система *AnyLogic*, которая подходит для построения имитационной модели процесса массового обслуживания на предмет грамотного задействования каналов обслуживания в зависимости от меняющейся плотности потока требований [10]. При этом построенная имитационная модель дает возможность оценить эффективность работы системы и в случае неприемлемого времени ожидания обслуживания, и в случае отказа в обслуживании. Преимуществом использования данной системы также является ее визуальный и иерархический характер, что, в свою очередь, позволяет создавать сложные модели в виде диаграмм, содержащие как дискретные, так и непрерывные интеграционные связи между объектами с использованием графических описаний переходов и состояний.



Среди цифровых технологий, представляющих и методический, и инструментальный интерес с точки зрения проведения вероятностных экспериментов и изучения случайных процессов, можно отметить набор вычислительных алгоритмов *WolframAlpha* [3]. Это бесплатный веб-сервис, разработанный *Wolfram Research*, который динамически вычисляет результаты запросов на естественном языке, применяя алгоритмы к своей обширной внутренней базе данных фактов [9]. В настоящее время имеется определенный опыт применения *Wolfram*-технологий для количественного анализа социально-экономических ситуаций, но перспективным направлением для расширения дидактических приложений технологий *Wolfram* можно считать также теоретико-игровое моделирование.

В целом можно утверждать, что, цифровые технологии обладают значительным методологическим потенциалом при обучении основам теории массового обслуживания в случае их полноценного использования на основе симулирования. Цифровизация позволяет добиться повышения мотивации бакалавров педагогических направлений подготовки к изучению математики, делая процесс существенно более интересным; сжатия цикла получения знаний при увеличении объема выполнения заданий за счет разнообразия форм усвоения учебного материала; усиления прикладной направленности и удовлетворения требованиям к квалификации кадров в области цифровой грамотности. Так обучающиеся будут готовы к новым вызовам перед профессией педагога за счет получения принципиально новых навыков работы в цифровой образовательной среде.

Список литературы

1. Концепция развития математического образования в Российской Федерации : утв. распоряжением Правительства РФ от 24.12.2013 №2506-р. URL: <https://rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (дата обращения: 25.07.2023).
2. Марей А. Цифровизация как изменение парадигмы. URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/digitalization.aspx> (дата обращения: 25.07.2020).
3. Муханов С. А., Муханова А. А. Использование сервиса *WolframAlpha* при моделировании вероятностных экспериментов // Современное педагогическое образование. 2019. №2. С. 67 – 69.
4. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : указ Президента РФ от 09.05.2017 №203. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 25.07.2023).
5. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/fcd5ad2f7bcae420af7b0e706a20935cafd7f5ec/ (дата обращения: 25.07.2023).
6. Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». URL: <https://strategy24.ru/rf/education/projects/natsionalnyy-proektobrazovanie> (дата обращения: 25.07.2023).
7. Bennett N., Lemoine G. J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world // *Business Horizons*. 2014. Vol. 57, №3. P. 311 – 317.



8. Chan R. Teaching queueing theory with an inquiry-based learning approach: A case for applying webquest in a course in simulation and statistical analysis // *Frontiers In Education Conference – Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*. Milwaukee, 2007. P. F3C-1–F3C-6. doi: 10.1109/FIE.2007.4418162.

9. Dimiceli V.E., Lang A.S.I.D., Locke L.A. Teaching calculus with Wolfram|Alpha' // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2010. Vol. 41, №8. P. 1061–1071. URL: https://www.researchgate.net/publication/251423135_Teaching_calculus_with_WolframAlpha (дата обращения: 25.07.2023).

10. Ďutkova S., Achimsky K., Drozdziel P. Simulation of a Queuing System of a Post Office in Anylogic Software. *Communications // Scientific letters of the University of Zilina*. 2020. Vol. 22. P. 15–22. doi: 10.26552/com.C.2020.2.15-22.

11. Hamilton M., Jaradat R., Jones P. et al. Immersive Virtual Training Environment for Teaching Single- and Multi-queueing Theory: Industrial Engineering Queueing Theory Concepts. 2018. Conference: 2018 ASEE Annual Conference and Exposition : Conference Paper. doi: 10.18260/1-2--30597.

12. Kinsinger P., Walch K. Living and Leading in a VUCA world. URL: <https://knowledgenetwork.thunderbird.edu/research/2012/07/09/kinsinger-walch-vuca/> (дата обращения: 03.08.2023).

Об авторах

Татьяна Валерьевна Врачинская — д-р пед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: tanya-kgrd@rambler.ru

Олеся Владимировна Парахина — канд. пед. наук, заместитель руководителя образовательно-научного кластера «Институт образования и гуманитарных наук» по развитию и проектной деятельности, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: OParakhina@kantiana.ru

Анна Борисовна Серых — д-р пед. наук, д-р психол. наук, проф. Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: ASerykh@kantiana.ru

T. V. Vrachinskaya, O. V. Parakhina, A. B. Serykh

NEW INTEGRATION PRACTICES OF MATHEMATICS EDUCATION INTO UNIVERSITY DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR PRE-SERVICE TEACHER TRAINING

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 3 August 2023

Accepted 30 August 2023

doi: 10.5922/pikbfu-2023-3-10

To cite this article: Vrachinskaya T.V., Parakhina O.V., Serykh A.B. 2023, New integration practices of mathematics education into university digital educational environment for pre-service teacher training, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Philology, Pedagogy, Psychology*, №3. P. 96–103. doi: 10.5922/pikbfu-2023-3-10.



The need for integration and digitization in the field of mathematical education for bachelor students in pedagogical disciplines is being actualized during the transition from the SPOD (Stable, Predictable, Orderly, and Democratic) world to the VUCA (Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous) world. The directions for modernization and integration in the teaching of modules and disciplines in the mathematical and information cycles under the conditions of digitization of mathematical education are presented. These directions open up new possibilities in the preparation of future mathematics teachers who are in demand in the labor market. The authors attempted to analyze the potential of disciplines in the mathematical and information cycles in the context of interdisciplinary integration in the field of mathematical education. Three directions for modernizing the teaching of the fundamentals of queueing theory are proposed (target aspect, organizational processes, substantive aspect of knowledge transfer), which include updating the goals of mathematical education for bachelor students in pedagogical disciplines, creating organizational infrastructure to ensure digitization and informatization of mathematical education, and updating its substantive aspect with algorithms for solving problems using tools of general and special-purpose software. The international experience of teaching queueing theory is presented, including the introduction of VR technologies, web quests into the educational process, as well as the use of software products such as AnyLogic, Wolfram Alpha, and others.

Keywords: integration, digital technologies, Mathematics Education digitalization, pre-service teacher training, digital educational environment

The authors

Prof. Tatiana V. Vrachinskaya, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: tanya-kgrd@rambler.ru

Dr. Olesya V. Parakhina, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: OParakhina@kantiana.ru

Prof. Anna B. Serykh, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: ASerykh@kantiana.ru