

Методика формирования навыков имитационного моделирования у ИТ-специалистов

Целью работы является создание методики формирования навыков имитационного моделирования у студентов высших учебных заведений, направление подготовки которых предполагает владение информационными технологиями в области экономики. Актуальность проблемы исследования заключается в том, что существующие методические разработки часто узко ориентированы на конкретное программное средство или методологию, которые могут решать далеко не все экономические проблемы. Специалист по имитационному моделированию должен владеть интегративными междисциплинарными знаниями из смежных научных областей, например, теории вероятностей и математической статистики, высшей математики. Иметь представление о других методах решения экономических задач: линейное, нелинейное, динамическое программирование, оптимизация; владеть навыками структурно-функционального анализа; уметь исследовать сложные процессы и системы комплексно.

Материалы и методы. В процессе реализации исследования мы использовали педагогические подходы и методы обучения:

- системный подход для решения сложных задач, основанием которого является рассмотрение объектов экономики как систем, функционирующих в некоторой среде;
- деятельностный подход для формирования у студентов профессиональных компетенций в процессе создания, отладки и оптимизации компьютерных моделей экономических систем;
- проблемный метод обучения в рамках исследования и анализа учебных задач предметной области;
- интерактивные методы обучения;
- мультимедийные методы в содержании учебно-методических материалов дисциплины, включающие электронные методические пособия, учебные видеоролики, а также мультимедийные презентации.

В процессе обучения студентов мы используем информационные технологии, в которых компьютеры, коммуникационное оборудование и программные среды являются:

- средствами для предоставления учебного материала учащимся с целью передачи знаний;
- средствами для проектирования, разработки и проведения имитационных экспериментов.

Кроме того, в процессе обучения студентов мы используем и специальные профессиональные технологии, методы и средства:

- структурно-функциональную методологию моделирования;
- дискретно-событийный подход к методологии имитационного моделирования;
- специальные программные средства для разработки и исследования имитационных моделей экономических процессов и систем: Arena 15.0, AnyLogic 8.3.2.

Согласно требованиям новых образовательных стандартов, студент должен освоить достаточно большой объем общекультурных, профессиональных и профильных компетенций,

предусматриваемых учебным планом. Применение предлагаемых подходов и методов позволяет обеспечить эффективное формирование навыков имитационного моделирования в рамках образовательных программ бакалавриата по направлениям подготовки «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика».

Результаты работы заключаются в создании методики обучения студентов навыкам имитационного моделирования. Разработана модель формирования готовности ИТ-специалиста к разработке имитационных моделей экономических процессов и систем в высшей школе. Важным методологическим результатом работы является выявление дидактических условий формирования профессиональных компетенций студентов в области моделирования:

- применение системного подхода для анализа задач предметной области, а также для синтеза математических имитационных моделей бизнес-процессов и экономических систем;
- практическая направленность содержания обучения (выбор и исследование в учебном процессе наиболее характерных, типовых проблем из области экономики);
- интеграция междисциплинарных знаний, методов и подходов для решения сложных задач.

Заключение. Разработанная методика формирования навыков имитационного моделирования у студентов имеет несколько направлений практического применения.

Во-первых, составляющие методики (учебно-методические пособия, практические работы и задания) могут использовать студенты вузов, которые заинтересованы в получении практических навыков и базовых системных знаний в области имитационного моделирования. Во-вторых, методика формирования навыков имитационного моделирования могут применять преподаватели, ведущие курсы: «Компьютерное моделирование», «Математическое и имитационное моделирование», «Моделирование процессов и систем» в учебном процессе вуза для совершенствования профессиональных компетенций студентов, связанных с имитационным моделированием. В-третьих, данная методика может быть интересна руководителям образовательных программ по направлениям подготовки: «Прикладная информатика», «Бизнес-информатика» и др. для совершенствования структуры и последовательности дисциплин компетентностно-ориентированных учебных планов. В-четвертых, применение предлагаемой методики в образовательном процессе вуза приведет к повышению профессиональных компетенций молодых специалистов, в чем несомненно заинтересованы потенциальные работодатели.

Ключевые слова: профессиональная подготовка ИТ-специалистов, методика формирования навыков моделирования, имитационное моделирование, системный и деятельностный подходы

The method of formation of skills of simulation modeling the it professional

Purpose of the study. The aim is to create a technique targeted at the development of simulation skills in higher education environment, where students are competent in applying information technologies in economics. The relevance of the research lies in the fact that the existing methodological developments often focus on a specific software tool or methodology that cannot respond to all economic problems. A specialist in simulation modeling should possess integrative interdisciplinary knowledge from related scientific fields, for example, probability theory and mathematical statistics, higher mathematics, be familiar with other methods of solving economic problems: linear, nonlinear, dynamic programming, optimization; show proficiency in structural and functional analysis; be able to explore complex processes and systems comprehensively.

Materials and methods. The following pedagogical approaches and teaching methods were implemented in this research:

- a systematic approach to solving complex problems based on the modelling economic objects as systems operating in a certain environment,
- activity approach to develop students' professional competences in the process of creation, debugging and optimization of computer models of economic systems;
- problem teaching method in the framework of research and analysis of educational problems of the subject area;
- implemented interactive teaching methods;
- multimedia methods in the content of teaching materials of the discipline, including electronic manuals, educational videos, as well as multimedia presentations.

The research also utilized information technologies, in which computers, communication equipment and software environments are:

- means to provide educational material to students for the transfer of knowledge;
- tools for designing, developing and conducting simulation experiments.

In addition, we used the following special professional technologies, methods and tools in the process of teaching students:

- structural and functional modeling methodology;
 - discrete-event approach to simulation methodology;
 - special software for development and research of simulation models of economic processes and systems: Arena 15.0, AnyLogic 8.3.2.
- According to the requirements of the new educational standards, the

student must master a sufficiently large amount of general cultural, professional and specialized competencies included in the curriculum. The application of the proposed approaches and methods allows to provide effective development of skills of simulation modeling of educational programs for bachelors of «Applied Informatics» and «Business Informatics».

Results. The study created a method of teaching students the skills of simulation modeling. The research also established the model of formation of readiness of the IT specialist to the development of simulation models of economic processes and systems in higher school. We also identified important methodological conditions for the formation of professional competencies of students in the field of modeling, such as:

- application of a systematic approach to the analysis of domain problems, as well as for the synthesis of mathematical simulation models of business processes and economic systems;
- practical orientation of the content of training (selection and research in the educational process of the most characteristic, typical problems of the economy);
- integration of interdisciplinary knowledge, methods and approaches to solve complex problems.

Conclusion. The method can equip students with skills of simulation modeling with various areas of practical application. First, this technique can be used by university students who are engaged in pursuing practical skills and basic system knowledge in the field of simulation. Secondly, teachers can use it, conducting courses: "Computer modeling", "Mathematical and simulation modeling", "Modeling of processes and systems" in the educational process of the University to improve the professional competence of students training simulation modeling. Third, the outcomes may be of interest to managers of educational programs in the areas of: "Applied Informatics", "Business Informatics", etc. to improve the structure and sequence of disciplines of competence-oriented curricula. Finally, the application of the proposed methodology in the educational process of the University will enhance professional expertise of young specialists and undoubtedly address the needs of potential employers.

Keywords: professional training of computer science specialist, methods of formation of modeling skills, simulation, system and activity approaches

Введение

Внедрение информационных технологий во все сферы общественной жизни привели к серьезным изменениям содержания и форм деятельности во многих профессиональных отраслях. Стремительная эволюция компьютерной техники и программного обеспечения способствовали появлению в системе высшего образования новых технологий, методов и средств обучения. Изменения в обществе и образовании отразились и в Федеральном госу-

дарственном образовательном стандарте нового поколения, который отражает высокие требования, предъявляемые обществом, к молодому специалисту [1, 2]. Компетенции выпускников вузов включают сегодня не только узкоспециализированные умения и навыки, но и знания, связанные применением информационных технологий в конкретной предметной области, которые бы помогли решать сложные задачи в экономических отраслях, автоматизировать бизнес-процессы, совершен-

ствовать информационные системы предприятий и организаций.

Подготовка специалистов, востребованных на рынке труда, способных к эффективному применению цифровых технологий в профессиональной деятельности, способных к самообразованию, является задачей государственной важности для России. От выпускников вуза в информационном обществе требуются свободное владение аппаратными и программными средствами ПК, навыки работы в вычислительных сетях,

стремление к дальнейшему углублению знаний.

Темпы роста ИТ-отрасли в России составляют более 20 % в год. Эта отрасль быстро развивается и предоставляет широкий спектр рабочих мест на рынке труда. Обществу нужны специалисты в различных предметных областях, владеющие информационными технологиями в рамках своей профессии. Новый тренд на «цифровизацию» бизнеса у заказчиков ИТ-услуг находится в стадии формирования. Государственная программа развития цифровой экономики является важнейшим фактором развития рынка ИТ-услуг в будущем. А это значит, что спрос на рынке труда на ИТ-кадры будет только расти. По данным аналитиков IBM, увеличится применение систем искусственного интеллекта. Дэвид Кэрли вице-президент исследовательской компании Gartner считает, что активно развиваться будут самоуправяемые технические устройства: роботы, дроны, автомобили, с искусственным интеллектом; процессами обработки данных будет заниматься дополненная аналитика на основе ИИ и автоматизирует процессы бизнес-анализа; появятся цифровые двойники организаций и повысят эффективность бизнес-процессов и др. [3, 4, 5].

Технический директор Ness Digital Engineering Моше Кренк перечислил основные тенденции корпоративных ИТ: прорыв в машинном обучении; цифровая трансформация предприятий; рост рисков в области кибербезопасности; использование облачных сервисов предприятиями для совместной работы, бизнес-аналитики, управления проектами и клиентской базой и др. По прогнозам аналитической компании IDC к 2023 году более 60% глобального ВВП будут составлять доходы от цифровых технологий и решений,

75% всех расходов на ИТ будут связаны с разработкой платформ для продвижения продукции, а значит вырастет спрос на программистов [6].

Большинство тенденций и прогнозов развития ИТ-отрасли свидетельствует о глобальном расширении и росте доли информационных технологий в жизни современного общества, а, значит, и о возрастающей потребности в молодых ИТ-специалистах, которые бы могли решать новые задачи создания, внедрения, развития, поддержки, защиты и автоматизации цифрового контента, экономических информационных систем.

Актуальность исследования

Переход системы высшего образования на новые образовательные стандарты заставляет педагогов заново переосмысливать содержание своих дисциплин, продумывать образовательные траектории, которые бы могли формировать новые знания, умения и навыки у студентов. Рассмотрим небольшой блок общепрофессиональных и профессиональных компетенций для направления подготовки «Прикладная информатика», который должен формироваться у бакалавров в рамках изучения дисциплины «Математическое и имитационное моделирование»:

- способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования ОПК-2;

- способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач ПК-23;

- способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования ОПК-3.

Исследованиям содержания подготовки ИТ-специалиста, методикам формирования его профессиональных компетенций посвящено много работ, тем не менее, тема продолжает быть актуальной для современного образования, поскольку единого подхода к решению данной проблемы нет. Особенно актуальна эта проблема в области компетенций ИТ-специалистов: какие технологии, методологии, программные средства нужны выпускнику вуза, какими профессиональными компетенциями он должен обладать, какими методами их формировать и как оценивать уровень их развития. Основными причинами существования этой проблемы, с одной стороны, является резкое увеличение объема знаний в компьютерной среде, стремительное изменение технологий: цифровизация бизнеса, применение систем искусственного интеллекта, применение облачных технологий, изменение подходов к решению задач предметных областей, устаревание программ, оборудования. С другой стороны, система высшего образования не всегда успевает реагировать на запросы общества и работодателей. Сказывается как недостаточная оснащенность современной компьютерной техникой, компьютеры, коммуникационное оборудование, программное обеспечение быстро устаревают, и содержание учебно-методических материалов также обновляется гораздо медленнее, чем требуется.

Анализ применения навыков моделирования экономических систем в различных организациях, показал, что основной проблемой является не недостаточное количество знаний у молодых ИТ-специалистов, а отсутствие практических навыков и опыта применения методов анализа предметной области и моделирования экономических про-

цессов в конкретной профессиональной деятельности.

Теоретико-методологическую основу исследования составили работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные применению системного (Л. Берталанфи, Р. Акофф, А. Раппопорт, М. Месаревич, Р. Уотерман) и деятельностного подхода в образовании (Л.С. Выготский, Л.В. Занков, А.Р. Лурия, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов и др.) [7, 8, 9, 10].

Анализ психолого-педагогической, методической и другой литературы (А.П. Ершов, А.Г. Гейн, А.А. Кузнецов, П.Г. Кулагин, М.П. Лапчик, В.М. Монахов, И.В. Роберт и т.д.) показывает, что стремительное развитие информационных технологий значительно усугубляет противоречия между инвариантной и вариантной частями содержания подготовки выпускников вузов [11, 12, 13, 14, 15]. Причем государственный образовательный стандарт определяет требования к компетенциям подготовленности выпускника, а содержание этой подготовки зачастую остается размытым как в ФГОС3+, так и в проекте ФГОС3++. Одним из направлений в решении задачи повышения эффективности формирования общепрофессиональных компетенций в области прикладной информатики является разработка и использование методики формирования навыков имитационного моделирования у будущих ИТ-специалистов.

Постановка задачи

Задачей данного исследования является отбор и построение компонентов методики обучения навыкам имитационного моделирования у студентов вузов, а также создание модели формирования готовности ИТ-специалистов к разработке имитационных моделей экономических процессов и систем.

Процесс совершенствования профессиональной подготовки студентов направления «Прикладная информатика» пока не получил должного освещения с методической точки зрения. В своем исследовании, мы представили дидактическую модель эффективной профессиональной подготовки будущих ИТ-специалистов и рассмотрели ее внедрение в учебно-воспитательный процесс вуза с точки зрения формирования навыков имитационного моделирования.

Наблюдаемое несоответствие степени разработанности проблемы профессиональной подготовки студентов направления «Прикладная информатика» и уровня современных требований к будущим ИТ-специалистам в области имитационного моделирования, а также противоречие между потребностью общества в ИТ-специалистах, владеющих профессиональными информационными технологиями составляют проблему исследования. Педагогическая возможность совершенствования профессиональной подготовки выпускников ИТ-специальностей в вузах и научное обоснование ее реализации, очевидно, требует специального изучения.

Гипотеза исследования состоит в том, что процесс совершенствования профессиональной подготовки будущего ИТ-специалиста станет более эффективным, если в образовательном процессе вуза:

- будет применяться методика формирования навыков имитационного моделирования;
- будут использоваться профессиональные программные средства (AnyLogic, Arena);
- будет внедрена разработанная нами модель формирования готовности ИТ-специалиста к созданию имитационных моделей экономических процессов и систем.

Потребность в методике формирования навыков имитационного моделирования у

ИТ-специалистов возникла в процессе преподавания курсов «Математическое и имитационное моделирование» и «Моделирование процессов и систем» у студентов вузов. Целью изучения данных дисциплин является формирование профессиональных компетенций в области имитационного моделирования и оптимизации экономических систем и бизнес-процессов. Важно создать условия для формирования у студентов базовых знаний, которые в условиях постоянного изменения методологий и технологий и возрастающих требований общества позволят эффективно применять передовые технологии, методы и инструментальные средства для исследования и совершенствования ИТ-архитектуры организаций; моделирования и прогнозирования экономических процессов на предприятиях.

После освоения данных дисциплин студенты должны знать:

- приемы формализации входных и выходных переменных, констант и ограничений, описывающих состояние объекта исследования;
- методы разработки математических и имитационных моделей предметной области;
- подходы к анализу и исследованию социально-экономических процессов и систем;
- методы структурно-функционального анализа экономических процессов и систем;
- методы отбора параметров для информационных моделей предметной области;
- программные средства и методы проведения и анализа научных экспериментов, статистической оценки результатов исследований;
- сложные функции для анализа данных;
- специализированные программы для разработки имитационных моделей, например Rocwell Software Arena;

- принципами обработки и анализа результатов имитационного моделирования для решения прикладных задач.

В результате изучения данных дисциплин студенты должны владеть:

- навыками генерации случайных величин в среде табличного процессора, навыками применения статистических функций для анализа экономических характеристик системы;

- приемами имитационного моделирования экономических систем в средах имитационного моделирования (Arena, AnyLogic, Simio или др.);

- способами оптимизации функций и структуры экономических систем;

- навыками абстрактного мышления, анализа и обобщения полученной информации в процессе решения исследовательских задач в области математического моделирования экономических и информационных процессов;

- навыками проведения компьютерного эксперимента с математическими моделями адаптировать и оптимизировать модели систем;

- методами прогнозирования динамики системы.

Методы исследования

В качестве ведущего научного подхода исследования мы выбрали системный подход. Этот выбор обусловлен тем, что предметом изучения дисциплин, в рамках которых мы разрабатывали экспериментальную методику, являются сложные системы. Для решения задач анализа, синтеза, моделирования экономических процессов, мы рассматриваем объекты экономики как сложные системы, функционирующие в некоторой среде. Системный подход позволяет рассмотреть сложную систему в целостности, понять цель ее существования, функции, свойства, структуру [18,

19]. Один из известных представителей российской педагогической науки В.А. Сластёнин отмечает, что системный подход в образовании позволяет выявить в образовательном процессе и личности будущего специалиста главные интегративные системообразующие связи и отношения, а также сформировать у студентов устойчивые знания, умения и навыки [20].

Применение системного подхода в учебном процессе дает возможность:

- × описать цели и функции сложной системы путем выделения ее из окружающей среды;

- × анализировать структуру системы и при необходимости совершенствовать ее;

- × разработать модель системы и оптимизировать механизм ее функционирования;

- × исследовать динамику поведения системы и прогнозировать ее развитие.

Деятельностный подход в отечественной науке формировался в 20-е гг. XX в. Базой деятельностного подхода является концепция развивающего обучения Л.С. Выгодского [7]. Он считал, что обучение, опережает развитие, стимулирует его и опирается на развитие. Обучение должно быть направлено на формирование определенных качеств личности учащегося. Позднее были предложены две интерпретации деятельностного подхода. С.Л. Рубинштейн предложил принцип единства сознания и деятельности. С.Л. Рубинштейн считает, что деятельность определяет сознание человека. А.Н. Леонтьев совместно с другими учеными, разработал проблему общности строения внешней и внутренней деятельности человека. Исследования Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова в 70-х прошлого века привели к возникновению теории развивающего обучения. Продолжением этих работ стали исследова-

ния Л.В. Занкова по изучению объективных закономерностей и принципов обучения [8]. Коллектив педагогов во главе с Л.В. Занковым разрабатывал дидактическую систему обучения младших школьников, имеющую целью их общее психическое развитие, однако до настоящего времени она остается нереализованной концепцией. В начале 90-х гг. идеи развивающего личностного обучения воплотились в исследованиях других ученых, например, Н.А. Менчинская считает, что развивающее обучение учитывает и использует закономерности развития, приспосабливается к уровню и особенностям индивидуума.

Компетентностный подход, столь популярный сегодня в образовании является по сути продолжением деятельностного подхода в педагогике. Компетенция – это знания в действительности, способность человека использовать их на практике, применять умения и навыки для решения различных задач профессиональной деятельности. Компетентность – категория, которая проявляется лишь в деятельности. Таким образом, в контексте деятельностного подхода задачей образования является развитие личности, формирование у нее новых полезных качеств, и, таким образом, подготовка студентов к профессиональной деятельности, продолжению образования.

Теоретический материал дисциплины «Математическое и имитационное моделирование» преподается студентам на лекциях в форме мультимедийных презентаций, учебных видеороликов. Дополнительные теоретические сведения по предмету можно получить в электронных книгах, учебниках, учебно-методических пособиях, которые доступны студентам на образовательном портале вуза. В процессе обучения мы применяем интерактивные методы обучения, где

реализуется совместная работа преподавателя со студентами или студентов в группах. Нами практикуются совместные проекты студентов, в рамках которых решаются сложные практические задачи. Для таких проектов описывается некоторая предметная область и формулируется проблема, которую нужно решить с помощью имитационной модели. Обычно предметная область представляют собой экономическую задачу, включает в себя противоречие, а также характеризуются неопределенностью, случайным характером величин и событий. В результате выполнения проекта создается имитационная модель, проводится компьютерный эксперимент, собирается статистика, данные обрабатывают и предлагают наилучшее решение. В проектной группе определяются функции каждого участника, обсуждаются этапы работ, средства реализации и предлагаются оптимальные решения обозначенных проблем.

При реализации авторской методики обучения студентов навыкам имитационного моделирования активно применяется проблемный метод для исследования и анализа учебных задач экономической направленности. Выполняя лабораторные работы студенты, анализируют и ищут решения, связанные с оптимизацией бизнес-процессов, эффективным распределением финансовых, материальных и трудовых ресурсов, поиском лучших маршрутов транспортировки продукции и др.

Следует отметить, что в процессе обучения будущих ИТ-специалистов мы используем специальные профессиональные технологии, методы и средства: структурно-функциональную методологию моделирования; дискретно-событийный подход к методологии имитационного моделирования; специальные программные средства для разработки и

исследования имитационных моделей экономических процессов и систем: Arena 15.0, AnyLogic 8.3.2.

Нами разработана модель формирования готовности ИТ-специалиста к разработке имитационных моделей экономических процессов и систем. В процессе формирования готовности студентов к самообразованию мы опираемся на системный и деятельностный педагогические подходы. Важную роль в формировании навыков играют дидактические условия, методы и средства обучения. В процессе обучения будущих ИТ-специалистов мы используем традиционные и нетрадиционные формы об-

учения: лекции, лабораторные работы, задачи с проблемными ситуациями, мозговой штурм, творчески-поисковую деятельность, дистанционные формы на основе технологии Moodle. Все учебно-методические материалы дисциплины доступны студентам на образовательном портале вуза, там же реализованы и такие интерактивные формы работы, как форумы, Вики-документы, тесты по разделам, практические задания, куда обучаемые могут выкладывать свои работы и модели для проверки. Особое внимание мы уделяем и специализированным программным средствам имитационного моделирования. В на-



Рис. 1. Модель формирования готовности ИТ-специалиста к разработке имитационных моделей экономических процессов и систем

стоящее время передовыми программами для моделирования производства, логистики, рынка, социальной динамики являются: AnyLogic, Rockwell Software Arena, Simio [17, 18, 19, 24, 25, 26]. Исследование поведения сложных систем мы реализуем в программах Arena и AnyLogic, поскольку именно эти среды обеспечивают богатый функционал, удобные интерфейсы, а также статистические отчеты по результатам эксперимента.

В учебном процессе мы применяем коллективные и индивидуальные формы учебной деятельности. Студенты приобретают навыки творческого мышления, совместного поиска и принятия решений.

В результате педагогического исследования были определены структурные элементы модели формирования готовности ИТ-специалиста к разработке имитационных моделей (рис. 1).

Результаты

Педагогический эксперимент по проверке эффективности методики формирования навыков имитационного моделирования у будущих ИТ-специалистов проводился в течении учебного года для контрольной и экспериментальной студенческих групп направления подготовки «Прикладная информатика» в рамках обучения дисциплине «Математическое и имитационное моделирование». В начале эксперимента для проверки компетенций студентов в области имитационного моделирования проводился нулевой срез, который показал, что обучаемые обеих групп показывают примерно одинаковые результаты. Далее обучение в экспериментальной группе реализовывалось на основе разработанной автором методики, а в контрольной применялись традиционные методы обучения. В конце эксперимен-

Таблица 1

Итоговый уровень готовности к имитационному моделированию у будущих ИТ-специалистов

Уровни готовности	Интервалы в баллах	Контрольная группа		Экспериментальная группа		χ^2
Низкий	45	7	28%	2	8%	Расчёт.
Средний	60	15	60%	16	64%	14,84
Высокий	75	3	12%	7	28%	Крит.
Всего студентов		25		25		5,49

Таблица 2

Показатели коэффициента усвоения навыков в конце эксперимента

Уровень деятельности	K_{α} контрольная			K_{α} экспериментальная		
	$K_{\alpha 1} < 0,6$	$0,6 \leq K_{\alpha 2} < 0,8$	$0,8 \leq K_{\alpha 3} \leq 1$	$K_{\alpha 1} < 0,6$	$0,6 \leq K_{\alpha 2} < 0,8$	$0,8 \leq K_{\alpha 3} \leq 1$
Ознакомительный	16%	64%	20%	8%	68%	24%
Репродуктивный	36%	52%	12%	16%	64%	20%
Эвристический	84%	12%	4%	20%	68%	12%

та студенты также проходили итоговые тесты и выполняли практические задания, проверяющие готовность к созданию и анализу имитационных моделей. Уровень готовности студентов, сформированный в процессе изучения курса «Математическое и имитационное моделирование», выполнения лабораторных работ, проведения компьютерных экспериментов и анализа их результатов был определен для контрольной и экспериментальной групп (табл. 1).

Проверку гипотезы о том, что применение авторской методики по формированию навыков имитационного моделирования у студентов позволит повысить уровень готовности будущих ИТ-специалистов, мы выполняли с помощью статистического критерия χ^2 . При сравнении частот экспериментальной и контрольной групп табличное (критическое) значение критерия 5,49 оказалось существенно меньше расчетного 14,84, что свидетельствует о достоверности выдвинутой гипотезы. Представленные данные показывают, что в результате применения методики, студенты экспериментальной группы обнаруживают более высокий уровень готовности, чем студенты контроль-

ной группы. Низкий уровень готовности в экспериментальной группе составляют 8% студентов, в контрольной 28%, средняя готовность в экспериментальной группах – 64%, в контрольной – 60%, высокая готовность в контрольной группах 12%, а в экспериментальной 28%.

В рамках исследования проверялся также коэффициент усвоения знаний по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» (табл. 2). Для измерения коэффициента усвоения учебного материала – K_{α} педагоги используют специальные диагностические процедуры. Расчет коэффициента усвоения навыков определяется как доля верных результатов к их предложенному числу:

$$K_{\alpha} = M/N,$$

где M – число правильных ответов, а N – общее число предлагаемых заданий.

В опытных группах проводился ряд самостоятельных и контрольных работ, по результатам которых определялся коэффициент усвоения учебного материала каждым студентом. В контрольных группах показатели коэффициента усвоения были ниже, чем у студен-

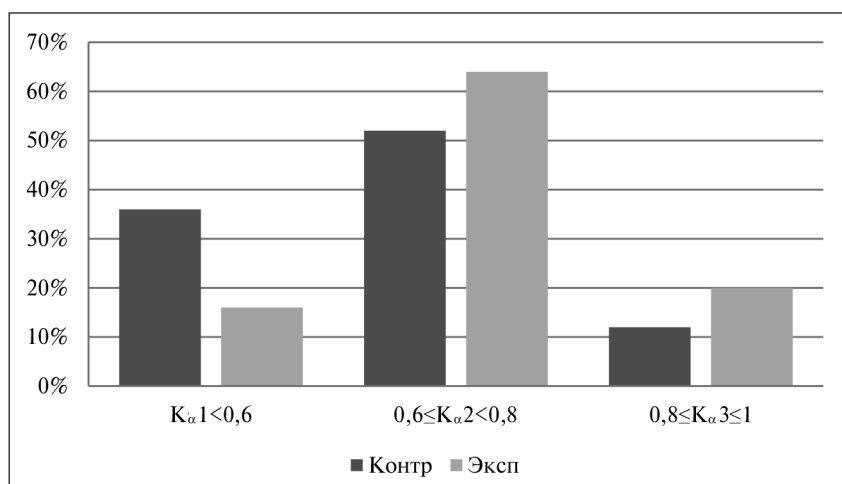


Рис. 2. Сравнительная диаграмма усвоения репродуктивных навыков у студентов контрольной и экспериментальной групп

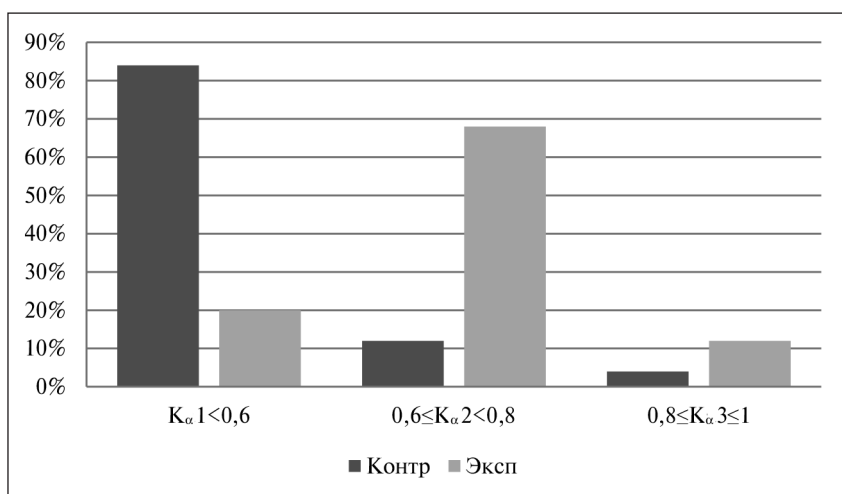


Рис. 3. Сравнительная диаграмма усвоения эвристических навыков у студентов контрольной и экспериментальной групп

тов экспериментальных групп, особенно на репродуктивном и исследовательском уровне учебной деятельности (рис. 2, 3).

Заключение

Опыт педагогической работы с будущими ИТ-специалистами свидетельствует о том, что требования общества и ра-

ботодателей к профессиональным компетенциям выпускников вузов растут с каждым годом. Применение системного подхода для решения практических задач из области экономики, способность к анализу ситуации и синтезу решения, использование навыков имитационного моделирования, гибкий творческий

подход к решению проблем поможет будущим ИТ-специалистами в профессиональной самореализации [22, 23, 24]. Разработанная методика формирования навыков имитационного моделирования у студентов имеет несколько направлений практического применения. Во-первых, данная методика может применяться студентами вузов, которые заинтересованы в получении практических навыков и базовых системных знаний в области имитационного моделирования. Во-вторых, она может использоваться преподавателями, ведущими курсы: «Компьютерное моделирование», «Математическое и имитационное моделирование», «Моделирование процессов и систем» в учебном процессе вуза для совершенствования профессиональных компетенций студентов, связанных с имитационным моделированием. В-третьих, данная методика может быть интересна руководителям образовательных программ по направлениям подготовки: «Прикладная информатика», «Бизнес-информатика» и др. для совершенствования структуры и последовательности дисциплин компетентностно-ориентированных учебных планов. В-четвертых, применение предлагаемой методики в образовательном процессе вуза приведет к повышению профессиональных компетенций молодых специалистов, в чем несомненно заинтересованы потенциальные работодатели.

Литература

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: fgosvo.ru/fgosvo
2. ФГОС ВО направление подготовки 09.03.03 прикладная информатика [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.vsei.ru/downloads/vsei/uuvr/090303/090303-os.pdf>
3. Цифровая экономика Российской Федерации. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [http://](http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf)

static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf

4. Главные стратегические тренды в развитии ИТ в 2019 году <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=131673>

5. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/41d49f3cb61f7b636df2.pdf>

6. ИТ в 2019 году: шесть тенденций, которые ожидают предприятия [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=204313>

7. Выготский Л.С. Психология развития человека. М.: Изд-во Смысл; Изд-во Эксмо. 2005. 1136 с.

8. Занков Л. В. Избранные педагогические труды М.: Педагогика, 1990. 424 с.

9. Лурия А. Р. Лекции по общей психологии СПб.: Питер. 2006. 320 с.

10. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования. М.: Педагогика, 1986. 240 с.

11. Ершов А.П. Монахов В.М., Бешенков С.А. Основы информатики и вычислительной техники М.: Просвещение, 1985. 96 с.

12. Гейн А.Г., Сенокосов А.И., Юнерман Н.А. Информатика и информационные технологии: кн. для учителя: метод. рек. М.: Просвещение, 2008. 192 с.

13. Лапчик М.П., Семакин И.Г., Хеннер Е.К. и др. Теория и методика обучения информатике М.: 2008. 592 с.

14. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. М.: ИИО РАО, 2010. 140 с.

15. Монахов В.М., Бахусова Е.В. Технология реализации компетентностного подхода в профессиональной подготовке ИТ-специалистов // Материалы межд. науч.-практ. конф. «Современные информационные технологии и ИТ-образование». М.: ИНТУИТ.РУ, 2009.

16. W. David Kelton Simulation with Arena, 5th Edition by W. David Kelton, Randall P. Sadowski, Nancy B. Swets Rockwell Automation McGraw-Hill. 2010.

17. Борщев А.В. Имитационное моделирование: состояние области на 2015 год, тенденции и прогноз. СПб.: ИММОД, 2015.

18. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГТУ. 2001. 512 с.

19. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных систем М.: Просвещение, 2005. 264 с.

20. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. пособ. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 576 с.

21. Гусева Е.Н. Моделирование макроэкономических процессов: учеб. пособие. М.: Флинта, 2014. 214 с.

22. Гусева Е.Н., Ефимова И.Ю., Варфоломеева Т.Н., Мовчан И.Н. Discrete event simulation modelling of patient service management with Arena // International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018. IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015. 2018. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032095/pdf>

23. Ефимова И.Ю., Варфоломеева Т.Н. Компьютерное моделирование. Сборник практических работ. М.: 2014.

24. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. 7-е изд. М.: Издательство Юрайт, 2012. 343 с.

25. Тарзанов В.В. Компьютерные технологии. Методы и средства информационных технологий моделирования и оптимизации бизнес-процессов. СПб.: СПГИЭУ, 2011. 162 с.

26. Ханова А.А. Бондарева И.О. Имитационное моделирование бизнес-процессов. Астрахань: Изд-во АГТУ. 2016. 280 с.

References

1. Portal Federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov vysshego obrazovaniya = Portal of federal state educational standards of higher education. [Internet]. Available from: fgosvo.ru/fgosvo (In Russ.)

2. FGOS VO napravleniye podgotovki 09.03.03 prikladnaya informatika = FGOS VO the direction of training 09.03.03 applied informatics [Internet]. Available from: <http://www.vsei.ru/downloads/vsei/uuvr/090303/090303-os.pdf> (In Russ.)

3. Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii = Digital economy of the Russian Federation. [Internet]. Available from: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (In Russ.)

4. Glavnyye strategicheskiye trendy v razvitii IT v 2019 godu = The main strategic trends in IT development in 2019. [Internet]. Available from: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=131673> (In Russ.)

5. Strategiya razvitiya otrasli informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii na 2014 - 2020 gody i na perspektivu do 2025 goda = The strategy of the information technology industry

development in the Russian Federation for 2014–2020 and for the perspective until 2025. [Internet]. Available from: <http://static.government.ru/media/files/41d49f3cb61f7b636df2.pdf>. (In Russ.)

6. ИТ в 2019 году: шест' tendentsiy, kotoryye ozhidayut predpriyatiya = IT in 2019: six trends that enterprises expect [Internet]. Available from: <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=204313> (In Russ.)

7. Vygotskiy L.S. Psikhologiya razvitiya cheloveka = Psychology of human development. Moscow: Meaning; Eksmo. 2005. 1136 p. (In Russ.)

8. Zankov L. V. Izbrannyye pedagogicheskiye Trudy = Selected pedagogical works. Moscow: Pedagogy; 1990. 424 p. (In Russ.)

9. Luriya A. R. Lektsii po obshchey psikhologii = Lectures on General Psychology. Saint Petersburg: Piter. 2006. 320 p. (In Russ.)

10. Davydov V.V. Problemy razvivayushchego obucheniya: Opyt teoreticheskogo i eksperimental'nogo psikhologicheskogo issledovaniya = Problems of developmental learning: The experience of theoretical and experimental psychological research. Moscow: Pedagogy; 1986. 240 p. (In Russ.)

11. Ershov A; Monakhov V.M., Beshenkov P.A. Osnovy informatiki i vychislitel'noy tekhniki = Fundamentals of Informatics and Computing Techniques Moscow: Enlightenment; 1985. 96 p. (In Russ.)
12. Geyn A.G., Senokosov A.I., YUnerman N.A. Informatika i informatsionnyye tekhnologii: kn.dlya uchitelya: metod. rek. = Informatics and information technologies: for teachers: method. rec. Moscow: Enlightenment; 2008. 192 p. (In Russ.)
13. Lapchik M.P., Semakin I.G., KHenner E.K. et al. Teoriya i metodika obucheniya informatike = Theory and methods of teaching computer science. Moscow: 2008. 592 p. (In Russ.)
14. Robert I.V. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii: didakticheskiye problemy, perspektivy ispol'zovaniya = Modern information technologies in education: didactic problems, prospects for use. Moscow: IIO RAO; 2010. 140 p. (In Russ.)
15. Monakhov V.M., Bakhusova E.V. Technology implementation of competence-based approach in the training of IT professionals. Materialy mezhd. nauch.-prakt. konf. «Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye» = Materials of the Int. scientific-practical conf. «Modern information technology and IT education». Moscow: INTUIT.RU; 2009. (In Russ.)
16. W. David Kelton Simulation with Arena, 5th Edition by W. David Kelton, Randall P. Sadowski, Nancy B. Swets Rockwell Automation McGraw-Hill. 2010. (In Russ.)
17. Borshchev A.V. Imitatsionnoye modelirovaniye: sostoyaniye oblasti na 2015 god, tendentsii i prognoz = Simulation: the state of the region in 2015, trends and forecast. Saint Petersburg: IMMOD; 2015. (In Russ.)
18. Volkova V.N., Denisov A.A. Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza = Fundamentals of the theory of systems and systems analysis. Saint Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State Technical University. 2001. 512 p. (In Russ.)
19. Monakhov S.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.YA. Metodologiya analiza i proyektirovaniya slozhnykh sistem = Methodology of analysis and design of complex systems. Moscow: Enlightenment; 2005. 264 p. (In Russ.)
20. Slastenin V.A., Isayev I.F., SHiyarov E.N. Pedagogika: ucheb. posob. = Pedagogy: tutorial Moscow: Publishing Center «Academy»; 2002. 576 p. (In Russ.)
21. Guseva E.N. Modelirovaniye makroekonomicheskikh protsessov: ucheb. posobiye. = Modeling macroeconomic processes: tutorial. Moscow: Flinta; 2014. 214 p. (In Russ.)
22. Guseva E.N., Efimova I.YU., Varfolomeyeva T.N., Movchan I.N. Discrete event simulation modelling of patient service management with Arena. International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018. IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015. 2018. [Internet]. Available from: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032095/pdf>
23. Efimova I.YU., Varfolomeyeva T.N. Komp'yuternoye modelirovaniye. Sbornik prakticheskikh rabot = Computer modelling. Collection of practical work. Moscow: 2014. (In Russ.)
24. Sovetov B. YA., YAKovlev P. A. Modelirovaniye sistem. 7-e izd. = Modeling of systems. 7th ed. Moscow: Yurayt Publishing House; 2012. 343 p. (In Russ.)
25. Tarzanov V.V. Komp'yuternyye tekhnologii. Metody i sredstva informatsionnykh tekhnologiy modelirovaniya i optimizatsii biznes-protsessov = Computer technologies. Methods and means of information technology modeling and optimization of business processes. Saint Petersburg: SPGIEU; 2011. 162 p. (In Russ.)
26. KHanova A.A. Bondareva I.O. Imitatsionnoye modelirovaniye biznes-protsessov = Simulation modeling of business processes. Astrakhan': Publishing House ASTU. 2016. 280 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Елена Николаевна Гусева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия
Эл. почта: kellymy7@rambler.ru
Тел.: +7(952)518-98-05

Ирина Юрьевна Ефимова

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия
Эл. почта: iefimova@list.ru
Тел.: +7(902)866-02-51

Татьяна Николаевна Варфоломеева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия
Эл. почта: tani64@mail.ru
Тел.: +7(904)804-47-95

Information about the authors

Elena N. Guseva

Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia
E-mail: kellymy7@rambler.ru
Tel.: +7(952)518-98-05

Irina Y. Efimova

Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia
E-mail: iefimova@list.ru
Tel.: +7(902)866-02-51

Tatyana N. Varfolomeeva

Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia
E-mail: tani64@mail.ru
Tel.: +7(904)804-47-95