ISSN 2304-120X

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал

2022, № 09 (сентябрь)

Раздел 5.8. Педагогика (13.00.00 Педагогические науки)

ART 221063 DOI: 10.24412/2304-120X-2022-11063 УДК 378.147

Задачи информационно-математического моделирования как средство реализации междисциплинарной интеграции в преподавании математики и информатики в техническом вузе

Tasks of information and mathematical modeling as a means of interdisciplinary integration implementation in teaching mathematics and computer science at an engineering university

Авторы статьи

Моисеева Наталья Александровна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной математики и фундаментальной информатики ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, Россия
nat_lion@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9502-3891

Полякова Татьяна Анатольевна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Физика и математика» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», г. Омск, Россия
ta_polyakova@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9673-1750

Authors of the article

Natalya A. Moiseeva,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Fundamental Computer Science, Omsk State Technical University, Omsk, Russia
nat_lion@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9502-3891

Tatiana A. Polyakova,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physics and Mathematics, Siberian State University of Motor Transport and Road-Building; Omsk, Russia
ta_polyakova@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9673-1750

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Задачи информационно-математического моделирования как средство реализации междисциплинарной интеграции в преподавании математики и информатики в техническом вузе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2022. – № 09. – С. 52–64. – URL: http://e-koncept.ru/2022/221063.htm. DOI: 10.24412/2304-120X-2022-11063

For citation

N. A. Moiseeva, T. A. Polyakova, Tasks of information and mathematical modeling as a means of interdisciplinary integration implementation in teaching mathematics and computer science at an engineering university // Scientific-methodological electronic journal "Concept". – 2022. – No. 09. – P. 52–64. – URL: http://e-koncept.ru/2022/211063.htm. DOI: 10.24412/2304-120X-2022-11063

Поступила в редакцию *Received*	20.07.22	Получена положительная рецензия *Received a positive review*	22.08.22
Принята к публикации *Accepted for publication*	22.08.22	Опубликована *Published*	30.09.22

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)
© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2022
© Моисеева Н. А., Полякова Т. А., 2022

Аннотация

Одна из особенностей современного этапа развития информационного общества – интенсивная цифровизация, появление которой обусловлено совершенствованием, эволюцией новых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и ростом цифровых технологий четвертой промышленной революции (Industry 4.0). В связи с этим дигитализация является одним из факторов трансформации национального инженерного образования. В статье анализируется значимость междисциплинарного подхода к современной подготовке будущих специалистов инженерно-технического профиля, а также обосновывается важность взаимной интеграции знаний на уровне ИКТ и фундаментальных технических наук на примере интеграции дисциплин «Информатика» и «Математика» посредством информационно-математического моделирования. Цель работы – выявить влияние цифровизации на теоретико-методологические основы междисциплинарного подхода в национальном инженерном образовании. В исследовании применялся общенаучный диалектический метод, теоретико-методологический анализ и обобщение содержания математической, информационной, педагогической, методической, научно-технической литературы в области зарубежного и национального инженерного образования. По результатам проведенного исследования предложено понятие интегрированного учебного задания по математике и информатике, в основу которого положен содержательно-деятельностный подход к информационно-математическому моделированию; выявлена и обоснована типология интегрированных учебных заданий по информатике и математике в соответствии с видами профессиональной деятельности специалистов инженерно-технического профиля. Показана значимость и роль информационно-математического моделирования в качестве одного из базисных (фундаментальных) методов решения интегрированных учебных заданий. Выявлена необходимость развития междисциплинарного подхода к подготовке будущих инженеров технического профиля в условиях цифровой экономики России.

Abstract

One of the features of the current stage in the development of the information society is intensive digitalization, the emergence of which is due to the improvement, evolution of new information and communication technologies (ICT), and the growth of digital technologies of the fourth industrial revolution (or Industry 4.0). In this regard, "digitalization" is one of the factors in the transformation of national engineering education. The article gives an analysis of the importance of an interdisciplinary approach to the modern training of future specialists in engineering and technology areas. It justifies the importance of mutual integration of knowledge at the level of ICT and fundamental engineering sciences on the example of integrating the disciplines "Computer Science" and "Mathematics" through information and mathematical modeling as well. The purpose of the research is to identify the impact of digitalization on the theoretical and methodological foundations of an interdisciplinary approach in national engineering education. The authors used the general scientific dialectical method, theoretical and methodological analysis and generalization of the content of mathematical, informational, pedagogical, methodological, scientific and technical literature in the field of foreign and national engineering education. Based on the results of the study, the concept of an integrated learning task in mathematics and computer science was proposed, which is based on a content and activity-oriented approach to information-mathematical modeling; the typology of integrated learning tasks in computer science and mathematics was identified and substantiated in accordance with the types of professional activity of specialists in engineering and technology. The significance and role of information-mathematical modeling as one of the basic (fundamental) methods for solving integrated learning tasks is shown. The need for the development of an interdisciplinary approach to the training of future engineers in the digital economy of Russia has been identified.

Ключевые слова

цифровизация, информационно-коммуникационные технологии, инженерное образование, интегрированное учебное задание, информационно-математическое моделирование

Key words

digitalization, information and communication technologies, engineering education, integrated learning task, information and mathematical modeling

Благодарности

Авторы выражают благодарность доктору педагогических наук, профессору, профессору кафедры математики и методики обучения математике Омского государственного педагогического университета Виктору Алексеевичу Далингеру за научную консультацию при работе над темой статьи.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics at Omsk State Pedagogical University Viktor A. Dalinger for his scientific advice in preparing the article.

Введение / Introduction

Влияние цифровизации на все сферы жизни общества характеризует современный этап его развития. Под цифровизацией понимается социально-экономическая трансформация, способствующая массовому внедрению и усвоению сквозных цифровых технологий создания, обработки и передачи информации (робототехника, искусственный интеллект, квантовые технологии, технологии беспроводной связи, новые производственные технологии и другие) [1, 2]. В связи с этим становится актуальной проблема

трансформации высшего инженерного образования в сторону обогащения его цифровыми технологиями. Согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВО) 3+ и 3++ реализация основных образовательных программ предполагает развитие навыков самообразования у студентов с применением технологий электронного обучения, включая интерактивные и инновационные технологии обучения. Все это обуславливает поиск современных методик обучения нового поколения инженеров технического профиля, способных успешно осуществлять свою профессиональную деятельность в эпоху цифровизации.

Как показывает анализ современных технологий обучения, особая роль в решении данного вопроса отводится созданию интегрированных учебных курсов, позволяющих осуществлять интеграцию знаний, умений и навыков, полученных при изучении профильной дисциплины, с соответствующим набором знаний, умений и навыков по информационным дисциплинам. В частности, если речь идет о специалистах инженерно-технического профиля, интеграция знаний на уровне «информатика – математика» имеет всевозрастающее значение. И это не случайно, поскольку математика является своеобразным фундаментом, на основе которого решается огромный пласт инженерных задач технического профиля, связанных с построением математической модели, ее изучением, а также интерпретацией в рамках изучаемой проблемы. В то же время непрерывно развивающиеся информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) позволяют оптимизировать целый ряд этапов в изучении данной математической модели с точки зрения рассмотрения множественности подходов к ее решению; анализа данных, изменения этих данных и их влияния на результат; проведения эксперимента (в том числе и на виртуальном уровне), визуализации и анализа его результатов.

Обзор литературы / Literature review

Обозначенные во введении проблемы находят широкое обсуждение в научно-методических работах как отечественных, так и зарубежных авторов. Проблема междисциплинарной интеграции в преподавании дисциплин «Математика» и «Информатика» приобрела свою особую актуальность в связи с возросшими требованиями к уровню развития цифровых компетенций выпускников инженерно-технических специальностей вузов. Работа со сложными техническими объектами, их разработка, моделирование, тестирование, исследование и т. д. требуют высокой математической подготовки и готовности к использованию средств программного обеспечения.

Во вступлении к своей книге «Математика в вычислительных науках и технике» Р. Бхардвадж отмечает огромную роль вычислительных методов и моделирования с помощью математики в области инженерных исследований, значимость ее «фундаментальных концепций и знаний для проектирования, создания и обслуживания продукта или процесса, которые обеспечивают решение проблемы и удовлетворяют потребности» инженерии [3].

В зарубежных исследованиях, как правило, вместо понятия «междисциплинарный подход» к обучению используются словосочетания «междисциплинарное обучение», «междисциплинарное сотрудничество» и «междисциплинарная задача». На необходимость усиления междисциплинарности в преподавании естественно-научных дисциплин обращает внимание в своей научной статье Д. Гувеа и др. [4] Коллектив авторов предлагает структуру междисциплинарного научного курса на примере дисциплины «Физика», для которого ими была создана серия междисциплинарных задач, объединяющих физику и биологию [5]. Методология сотрудничества студентов, обучающихся на

разных профильных курсах (медицинские сестры и студенты в области компьютерных технологий), в основу которой поставлено совместное междисциплинарное обучение, предложена в научной работе П. Маркес-Санчес и др. [6] Проведенное авторами исследование показало, что подобный подход к обучению, помимо всего прочего, позволяет увеличить количество социальных связей между студентами.

О. Дехконова рассматривает междисциплинарную интеграцию в качестве средства «повышения самостоятельных творческих способностей студентов, повышения и формирования их мировоззрения и научного мышления, в итоге совершенствующего весь образовательный процесс» [7]. При этом, как отмечает С. Грин, именно междисциплинарное сотрудничество, объяснение междисциплинарной подоплёки различных взглядов на рассматриваемую проблему способно улучшить естественно-научное образование [8].

По мнению Р. М. Исмагилова, современные технологии обучения, построенные на принципах междисциплинарной интеграции, должны быть направлены на то, чтобы «знания и умения от изучения смежных предметов максимально эффективно использовались в освоении конкретной дисциплины в целях формирования компетенций, позволяя обучающимся приобретать системные знания, универсальные навыки и приемы в рамках реализации компетентностного подхода» [9]. Так, Л. Васильева (и др.) рассматривает «формирование профессионально-математической компетентности студентов в сфере технической подготовки на основе интеграции математики и информатики» как цель и как процесс обучения [10].

В. И. Сафронов, изучая проблему конвергенции наук и наукоемких технологий (их объединения, взаимопроникновения), сопоставляет «характерные особенности методов математики и информатики», выявляет «наличие у некоторых из них значительного сходства» [11]. Например, сравнивая особенности метода математического и информационного моделирования, автор акцентирует внимание на том, что «замена исходного объекта его математической моделью схожа с созданием информационной модели, так как математическая модель является, в свою очередь, информационной» [12]. А. Ванинский также указывает на общие черты объектно ориентированного компьютерного программирования и математических систем, отмечая, что «и те и другие оперируют свойствами и операциями над абстрактными объектами» [13].

О содержательном аспекте преподавания математики и информатики в современном высшем образовании говорит в своей работе Р. Фокин [14]. К. Доби Баришич связывает необходимость внедрения ИКТ в учебный процесс, их широкую интеграцию в преподавание различных дисциплин, с достаточно высоким уровнем владения студентами современными ИКТ [15].

Участниками международной конференции «Междисциплинарность в инженерном образовании: глобальные тренды и концепции управления – СИНЕРГИЯ», проведенной в 2016 году, в качестве основы проектирования основных образовательных программ было предложено рассматривать «междисциплинарные проекты», при этом была отмечена важная роль междисциплинарного подхода в готовности выпускника «к комплексной инженерной деятельности с учетом ее социальных и экологических последствий» [16]. Ю. В. Красавина, О. Ф. Шихова в результате проведенного эксперимента по внедрению в процесс обучения электронных междисциплинарных учебных проектов показали, что «поэтапное и систематическое использование технологии на протяжении всего периода обучения в вузе обеспечивает положительную динамику качества профессиональной подготовки студентов» [17]. Согласно

исследованиям М. В. Носкова и О. Е. Носковой, использование в процессе обучения комплексных индивидуальных заданий и проектов способствует повышению качества образования, мотивации студентов к обучению и формированию у них междисциплинарной профессиональной поликомпетентности [18].

Л. В. Шкерина предлагает модель разработанного ею междисциплинарного практикума, «в основе которого лежит интеграция междисциплинарных связей дисциплин учебного модуля посредством специального комплекса междисциплинарных задач и заданий, которые составляют предмет учебной и учебно-исследовательской деятельности студентов, направленной на формирование способности к междисциплинарному исследованию» [19].

В качестве «формы интеграции инженерной и математической подготовки в учебном процессе вуза» В. М. Федосеев выделяет научно-исследовательскую работу со студентами [20].

В своей научной работе В. Ю. Кнеллер и А. М. Фаянс представили разработанный ими нетрадиционный междисциплинарный подход, применяемый к концепции задачи, который позволяет разработать основу для целостного объективного междисциплинарного представления знаний в любой научной области при решении междисциплинарных задач [21]. О важности развития умений студентов в исследовании и решении профессионально ориентированных интеграционных задач как дидактической цели интеграции говорит и коллектив авторов во главе с Л. Васильевой [22].

А. В. Коклевский отмечает существенную роль междисциплинарных задач и ситуаций в формировании у студентов «целостной системы полипрофессиональных компетенций в целях устойчивого развития» [23].

По мнению ряда ученых-методистов, ключевая роль в практическом осуществлении интеграционных процессов на междисциплинарном уровне вообще и на уровне дисциплин «Математика» и «Информатика» в частности отводится включению в процесс обучения интегрированных учебных заданий (ИУЗ), которые объединяют математику с другими учебными предметами. ИУЗ – это «задания, при выполнении которых осваиваются дисциплинарные знания, а также личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы» [24].

В построении обучения на основе интегрированного подхода исследователи С. А. Новоселов и Ф. А. Рассамагина видят главное условие формирования творческой и профессионально-творческой компетенций будущих выпускников вузов. В основу методики формирования таких компетенций авторы ставят, в числе прочих, комплекс ИУЗ [25]. О. Н. Ефремова в качестве ИУЗ рассматривает интегративные учебные проекты по математике и информатике как активные методы обучения при организации самостоятельной работы студентов [26]. Классификацию интегрированных учебных проектов автор проводит в зависимости от изучаемого раздела математики и функций преподавателя и студента. Основные требования, предъявляемые к интегрированным учебным проектам, представлены в работах О. Н. Ефремовой [27] и В. А. Далингера [28].

По мнению А. Г. Майбурова и Е. А. Деминой, необходима ориентация ИУЗ на организацию деятельности будущих специалистов технических профилей в направлении формирования их общих и профессиональных компетенций [29]. При этом, как отмечает В. А. Далингер, в качестве средства интеграции естественно-научных и математических дисциплин и, как следствие, решения ИУЗ выступает математическое моделирование [30].

Проведенный анализ научно-методической литературы по теме настоящего исследования позволил выделить следующие виды ИУЗ, используемые в процессе обучения будущих инженеров технического профиля по дисциплинам «Информатика» и «Математика» в контексте их взаимной интеграции: 1) интегрированные учебные задания; 2) интегративные учебные проекты; 3) научно-исследовательские работы междисциплинарного характера. Однако не все вопросы, связанные с включением ИУЗ в процесс информационно-математической подготовки студентов технических вузов, в современной научно-методической литературе проработаны достаточно полно. Например, речь идет о влиянии ИУЗ на формирование и развитие компетенций, отвечающих видам учебной деятельности, которые соответствовали бы профессиональной деятельности будущих инженеров технических профилей в контексте цифровизации образования на современном этапе.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

В основе теоретических выводов, полученных в данном исследовании, лежит изучение и анализ научно- и учебно-методической литературы, научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области преподавания математики (М. Клайн, А. Н. Колмогоров, Л. Д. Кудрявцев, В. А. Гусев, С. М. Никольский, В. Ф. Бутузов, В. А. Далингер, С. Н. Дворяткина и др.) и информатики (К. К. Колин, А. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, Н. И. Пак, Е. С. Полат, И. В. Роберт, Е. К. Хеннер и др.), которые позволили раскрыть дидактический потенциал математического и информационного моделирования, в том числе с использованием ИКТ, при изучении информационных и математических дисциплин. Также представленные исследования позволили выявить отсутствие на данный момент системы задач в области ИММ для студентов инженерно-технического профиля.

Исследования по вопросам понимания сущности контекстно-компетентностного (В. И. Байденко, И. А. Зимняя, А. В. Хуторской, В. Д. Шадриков, А. А. Вербицкий и др.), интегративного (М. Н. Берулава, В. А. Далингер, И. А. Зимняя, С. А. Новоселов и Ф. А. Рассамагина и др.) и системно-деятельностного (Л. Г. Петерсон, Л. С. Выготский, Л. В. Занков, А. Р. Лурия, Д. Б. Эльконин, В. В. Давыдов) подходов к подготовке студентов высшей школы способствовали разработке научно-методических аспектов обучения ИММ будущих инженеров технического профиля.

В настоящем исследовании особая роль отводится интегративному и системно-деятельностному подходам к обучению, анализ которых позволил: 1) обосновать важность взаимной интеграции знаний на уровне ИКТ и фундаментальных технических наук на примере интеграции дисциплин «Информатика» и «Математика» посредством ИММ; 2) предложить понятие интегрированного учебного задания по математике и информатике и типологию ИУЗ.

Реализация междисциплинарной интеграции в преподавании математики и информатики в техническом вузе осуществляется на основе системно-деятельностного и контекстно-компетентностного подходов к подготовке будущих инженеров, что позволяет в качестве деятельностной основы обучения выделить решение задач ИММ.

Результаты исследования / Research results

В настоящей работе под *интегрированным учебным заданием* по информатике и математике будем понимать задание, сопряженное с областью технических исследований, для решения которого требуется совместное применение методологии математического

моделирования и современных ИКТ, приводящее к построению информационно-математической модели и последующей работы с ней. Таким образом, решение ИУЗ по информатике и математике для инженеров технического профиля следует осуществлять на основе информационно-математического моделирования (ИММ).

В. Н. Бабич под *информационно-математическим моделированием* понимает «процесс построения формализованного образа объекта познания, воспринимаемого по определенным свойствам как аналог этого объекта, с группами функций исследования, на основе обработки и анализа системно обоснованного информационного массива, отображающего все аспекты организации и функционирования объекта путем интеграции процедур математической формализации, геометризации и информационно-технологической поддержки с целью получения новых знаний об объекте, направленных на решение соответствующих задач» [31].

Опираясь на специфику применения ИММ, методов и средств ИКТ в профессиональной деятельности инженера технического профиля, выделим две группы ИУЗ по информатике и математике для студентов инженерно-технических специальностей. К первой группе ИУЗ отнесем задания, выполнение которых связано с деятельностью, коррелирующей с профессиональной деятельностью инженера, а во вторую – задания, ориентированные на деятельность общего характера. При этом виды деятельности, лежащие в основе типологизации заданий второй группы, могут быть как задействованы на некотором этапе выполнения заданий первой группы ИУЗ, так и самостоятельно входить в состав ИУЗ из первой группы. Например, производственно-технологическая деятельность, являясь основополагающей деятельностью инженера, в то же время сопряжена с остальными видами его профессиональной деятельности.

Первая группа ИУЗ

1.1. *ИУЗ на инженерное прогнозирование* (предсказание технических процессов на основе данных наблюдений за фактически развивающимися инженерно-техническими процессами; применяются при необходимости учета тенденций развития техники, технологии и организации производства, эксплуатации и ремонта технического объекта).

1.2. *ИУЗ на конструирование технических объектов* (создание моделей технических объектов с составлением их проектов (графических изображений, сопровождающихся техническими, экономическими и другими расчетами) с помощью ИКТ).

1.3. *ИУЗ на экспериментирование* (непосредственно моделирование, проверка адекватности моделей технического объекта с помощью ИКТ, интерпретация полученных результатов и их корректировка).

Вторая группа ИУЗ

2.1. *ИУЗ на вычисление* (проведение трудоемких расчетов при работе с большими массивами данных с применением средств ИКТ).

2.2. *ИУЗ на аналитику данных* (сбор, обработка, изучение и интерпретация данных о техническом объекте с применением ИКТ).

По мнению Э. Ф. Зеера, «деятельностно-ориентированная парадигма образования имеет отчетливо выраженную функционалистскую направленность…» [32]. А потому процесс вузовской подготовки компетентного конкурентоспособного специалиста предполагает, что в его основе должны быть заложены особенности будущей профессиональной деятельности. Так как управление техническим объектом является значимой профессиональной функцией инженера, считаем необходимым отра-

зить это в ИУЗ. На основе аналитического обзора ФГОС ВО 3+ и 3++ инженеров технического профиля выявлены следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, производственно-технологическая, проектно-конструкторская, организационно-управленческая.

В связи с этим в основу разработанной типологии ИУЗ по информатике и математике положен *функциональный признак задачи*, который «отражает функцию управления техническим объектом в выделенных видах профессиональной деятельности» будущих инженеров технического профиля [33]. Рассмотрим типологию ИУЗ по информатике и математике в соответствии с видом профессиональной деятельности будущих инженеров технического профиля.

1. Для *организационно-управленческой деятельности* характерно ИУЗ на инженерное прогнозирование.

Пример 1 (ИУЗ на инженерное прогнозирование)

Прогнозирование энергопотребления является важной инженерной задачей, которая дает необходимую информацию коммунальным предприятиям и помогает им повышать производительность своих технических систем с точки зрения производительности и эффективности. Рекомендуется выполнить прогнозирование в цифровом сервисе Google Colab, который позволит эффективно выполнить анализ энергопотребления на основе достаточно большого набора данных. С веб-сайта Machine Learning Repository (https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Power+consumption+of+Tetouan+city#) был загружен набор данных, содержащий данные об энергопотреблении трех различных распределительных сетей г. Тетуан, расположенного на севере Марокко.

2. Для *проектно-конструкторской деятельности* характерно ИУЗ на конструирование технических объектов.

Пример 2 (ИУЗ на конструирование технических объектов)

В электронной таблице Excel создать модель зарядки для робота. Пусть для простоты зарядка будет состоять из двух упражнений: поднятия рук в стороны, приседания. Для решения задачи необходимо определить параметры тела робота, которые будут представлены в табличной форме в виде координат отрезков необходимых частей тел. На основе полученных табличных данных необходимо построить точечные диаграммы, которые будут визуализировать физическую зарядку робота. Для первого упражнения следует создать изображение в фас, а для второго – в профиль [34].

3. Для *научно-исследовательской деятельности* характерно ИУЗ на экспериментирование.

Пример 3 (ИУЗ на экспериментирование)

На основании опытных данных выяснить, какой из факторов (масса автомобиля, количество колес автомобиля, площадь контакта колеса автомобиля на дорогу и др.) в наибольшей степени оказывает влияние на удельное давление автомобиля на дорожное покрытие.

4. Для *производственно-технологической деятельности* характерны ИУЗ на вычисление и ИУЗ на аналитику данных.

Пример 4 (ИУЗ на вычисление)

В интегрированной среде разработки любого языка программирования высокого уровня создайте приложение «Калькулятор расчета оплаты за электроэнергию».

Пример 5 (ИУЗ на аналитику данных)

На основании результатов измерения прочности древесины в зависимости от такого показателя, как предел прочности при сжатии вдоль ее волокон, сделать вывод

об оптимальном количестве данных, необходимых для того, чтобы сделать достоверные выводы о влиянии данного показателя на прочность.

Как показывает практика и многочисленные исследования в области профессионального образования, умение решать задачи в разных сферах человеческой деятельности – одно из важнейших познавательных действий любого специалиста, в том числе инженера. Моделирование относится к особой группе универсальных учебных действий, которые, в широком смысле, определяют инвариантную основу способности обучаемого к обучению, саморазвитию и самосовершенствованию. В связи с этим ИММ также является универсальным учебным действием будущего инженера в техническом университете. Впоследствии выпускник вуза, начав свою профессиональную деятельность, сможет на личном опыте убедиться в необходимости ИММ в решении задач, которые будут поставлены перед ним в его работе в эпоху цифровизации. Таким образом, можно считать, что действия по выполнению ИММ являются одним из компонентов профессиональной компетентности инженера технического профиля.

Заключение / Conclusion

В результате проведенного исследования были сформулированы следующие выводы.

1. Показана значимость интеграционных процессов в эпоху цифровизации инженерного образования, в том числе национального, в формировании у обучаемых представлений о роли ИММ в решении инженерно-технических задач. Тем самым доказано, что в основу обучения специалистов инженерно-технического профиля целесообразно ставить интегрированный подход, способствующий взаимодействию фундаментальных технических и информационных дисциплин. В качестве средства реализации интегрированного подхода к обучению студентов выступают ИУЗ по математике и информатике.

2. Одним из главных цифровых навыков инженера технического профиля является умение использовать ИММ, вследствие чего в основу ИУЗ, предлагаемых студентам, обучающимся на инженерных специальностях технических вузов, следует ставить ИММ.

3. Предложено понятие интегрированного учебного задания по информатике и математике, обогащающее понятийный аппарат теории учебных задач и междисциплинарный подход к профессиональной подготовке будущих инженеров технического профиля. Выделена типология ИУЗ по информатике и математике в соответствии с видами профессиональной деятельности инженеров технического профиля. К первой группе ИУЗ относятся ИУЗ на инженерное прогнозирование, техническое конструирование и экспериментирование; ко второй – ИУЗ на вычисление и аналитику данных.

Перспективы исследования заключаются в продолжении изучения и развития темы межпредметной интеграции в контексте информационно-математической подготовки будущих инженеров технического профиля для дальнейшей систематизации задач ИММ и сопряжения соответствующих современных средств ИКТ для решения этих задач в условиях интенсивного темпа цифровизации и суверенитета России.

Ссылки на источники / References

1. Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации. – 2018. – URL: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30584/AUS0000158-RU.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
2. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». – 2019. – URL: http://government.ru/rugovclassifier/614/events/

3. Bhardwaj R., Mishra J., Narayan S., Suseendran G. Mathematics in Computational Science and Engineering. – John Wiley & Sons, 2022. – 418 p. – DOI: 10.1002/9781119777557.
4. Gouvea J. S., Sawtelle V., Geller B. D., Turpen Ch. A Framework for Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design // CBE Life Sciences Education. – 2013. – Vol. 12. – P. 187–205. – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3671647/pdf/187.pdf.
5. Ibid.
6. Marqués-Sánchez P. et al. A Cooperative Interdisciplinary Task Intervention with Undergraduate Nursing and Computer Engineering Students // Sustainability. – 2019. – 11 (22). – URL: https://www.researchgate.net/publication/337171803_A_Cooperative_Interdisciplinary_Task_Intervention_with_Undergraduate_Nursing_and_Computer_Engineering_Students.
7. Dehqonova O., Kholbo'taev Sh., Xotamov J. The problem of interdisciplinary integration of Physics and Mathematics in a high school // Globus: psychology and pedagogy. – 2021. – December. DOI: 10.52013/2713-3060-45-5-1.
8. Green S., Andersen H. Systems Science and the Art of Interdisciplinary Integration // Systems Research and Behavioral Science. – 2019. – 36(2). – DOI: 10.1002/sres.2633.
9. Исмагилов Р. М. О конвергентном образовании // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 351–355. – URL: http://e-koncept.ru/2015/85071.htm.
10. Vasileva L., Kartuzova T., Volokh A. et al. Formation of Professional-Mathematical Competence of Students in the Field of Technical Training Based on Interdisciplinary Integration of Mathematics and Computer Science // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6 (2). – P. 90–97. – DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n2s3p90.
11. Сафонов В. И. Методические особенности конвергенции методов математики и методов информатики в процессе преподавания дисциплин предметной области «математика и информатика» // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2019. – № 1(35). – С. 107–111. – DOI: 10.17238/issn1998-5320.2019.35.107.
12. Там же.
13. Vaninsky A. Teaching Mathematics and Computer Programming Together // Project: Pedagogy of mathematics education. – 2007. – January. DOI: 10.1007/978-1-4020-6262-9_9.
14. Fokin R. R. On the content aspect of teaching mathematics and computer science in modern higher education // Modern High Technologies E 2. – 2021. – P. 340–344. – DOI: 10.17513/snt.38745.
15. Barišić K. D., Deri I., Matić L. What is the future of the integration of ict in teaching mathematics. – URL: https://www.researchgate.net/publication/267227950_WHAT_IS_THE_FUTURE_OF_THE_INTEGRATION_OF_ICT_IN_TEACHING_MATHEMATICS.
16. Иванов В. Г., Кайбияйнен А. А., Галиханов М. Ф. Междисциплинарность как вектор развития инженерного образования (обзор сетевой конференции) // Высшее образование в России. – 2016. – № 8-9 (204). – С. 149–160.
17. Красавина Ю. В., Шихова О. Ф. Метод электронных междисциплинарных проектов как эффективная форма организации самостоятельной работы студентов вуза // Образование и наука. – 2017. – Т. 19. – № 1. – С. 160–176. – DOI: 10.17853/1994-5639-2017-1-160-176.
18. Носков М. В., Носкова О. Е. Формирование междисциплинарной профессиональной поликомпетентности в процессе общетехнической подготовки // Преподаватель XXI век. – 2022. – № 1-1. – С. 30–40. – DOI: 10.31862/2073-9613-2022-1-30-40.
19. Шкерина Л. В., Берсенева О. В., Кейв М. А. Междисциплинарный практикум как условие формирования способности студентов к междисциплинарному профессиональному исследованию // Перспективы науки и образования. – 2018. – № 5(35). – С. 53–64. – DOI: 10.32744/pse.2018.5.6.
20. Федосеев В. М. Научно-исследовательская работа со студентами как форма интеграции инженерной и математической подготовки в учебном процессе вуза // Интеграция образования. – 2016. – Т. 20. – № 1. – С. 125–133. – DOI: 10.15507/1991-9468.082.020.201601.125-133.
21. Kneller V. Yu., Fayans A. M. Solving interdisciplinary tasks: the challenge and the ways to surmount it // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – November. – URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1379/1/012011/pdf. DOI: 10.1088/1742-6596/1379/1/012011.
22. Vasileva L., Kartuzova T., Volokh A. et al. Formation of Professional-Mathematical Competence of Students in the Field of Technical Training Based on Interdisciplinary Integration of Mathematics and Computer Science.
23. Коклевский А. В. Междисциплинарная задача как средство формирования полипрофессиональных компетенций будущих специалистов в целях устойчивого развития // Журнал Белорусского государственного университета. Журналистика. – 2019. – № 1. – С. 107–115. – URL: https://journals.bsu.by/index.php/journalism/article/view/2381.
24. Стандартизация в проектировании • ISO/IEC 15288 – «Системная инженерия – Процессы жизненного цикла систем» (Standard for Systems Engineering – System Life Cycle Processes). • ISO 15926 – Данные жизненного цикла промышленного объекта. – 2020. – URL: https://present5.com/organizaciya-proektnoj-deyatelnosti-vremya-proektirovaniya-%E2%80%A2/

25. Рассамагина Ф. А., Новосёлов С. А. Интегративные математические задачи и задачи с изменяющимися условиями как средство формирования творческой компетентности студентов // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 1. – С. 51–56.
26. Ефремова О. Н. Сущность интегративных проектов по математике и информатике, их проектирование и реализация // Вестник ТГПУ. – 2014. – № 1 (142). – С. 161–165.
27. Там же.
28. Далингер В. А. Интегративные учебные проекты по математике и информатике как средство организации учебно-исследовательской деятельности учащихся // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2016. – № 1 (17). – С. 136–141.
29. Майбуров А. Г., Демина Е. А. Использование интегрированных учебных заданий в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся // Человек и образование. – 2014. – № 4 (41). – С. 117–120.
30. Далингер В. А. Математическое моделирование как средство интеграции естественно-научных и математических дисциплин // Интеграция образования. – 2002. – № 4. – С. 106–112. – URL: http://edumag.mrsu.ru/content/pdf/02-4.pdf.
31. Бабич В. Н. Информационно-математическое моделирование на основе инвариантов геометрических многообразий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Ур. гос. архитектур.-худож. акад. – Екатеринбург, 2015. – 22 с.
32. Зеер Э. Ф., Павлова А. М., Сыманюк Э. Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход: учеб. пособие. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – С. 21.
33. Балл Г. А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – С. 50.
34. Кильдишов В. Д. Использование приложения MS Excel для моделирования различных задач. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 256 с.

1. (2018). *Konkurenciya v cifrovuyu epohu: strategicheskie vyzovy dlya Rossijskoj Federacii* [*Competition in the Digital Age: Strategic Challenges for the Russian Federation]*. Available at: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30584/AUS0000158-RU.pdf?sequence=4&isAllowed=y (in Russian).
2. (2019). *Nacional'naya programma "Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii"* [*National Program "Digital Economy of the Russian Federation"].* Available at: http://government.ru/rugovclassifier/614/events/ (in Russian).
3. Bhardwaj, R., Mishra, J., Narayan, S., & Suseendran, G. (2022). *Mathematics in Computational Science and Engineering*, John Wiley & Sons, 418 p. DOI: 10.1002/9781119777557 (in English).
4. Gouvea, J. S., Sawtelle, V., Geller, B. D., & Turpen, Ch. (2013). "A Framework for Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design", *CBE Life Sciences Education*, vol. 12, pp. 187–205. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3671647/pdf/187.pdf (in English).
5. Ibid.
6. Marqués-Sánchez, P. et al. (2019). "A Cooperative Interdisciplinary Task Intervention with Undergraduate Nursing and Computer Engineering Students", *Sustainability*, 11 (22). Available at: https://www.researchgate.net/publication/337171803_A_Cooperative_Interdisciplinary_Task_Intervention_with_Undergraduate_Nursing_and_Computer_Engineering_Students (in English).
7. Dehqonova, O., Kholbo'taev, Sh., & Xotamov, J. (2021). "The problem of interdisciplinary integration of Physics and Mathemat-ics in a high school", *Globus: psychology and pedagogy*, December. DOI: 10.52013/2713-3060-45-5-1 (in English).
8. Green, S., & Andersen, H. (2019). "Systems Science and the Art of Interdisciplinary Integration", *Systems Research and Behavioral Science*, 36(2). DOI: 10.1002/sres.2633 (in English).
9. Ismagilov, R. M. (2015). "O konvergentnom obrazovanii" [About convergent education], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept",* t. 13, pp. 351–355. Available at: http://e-koncept.ru/2015/85071.htm (in Russian).
10. Vasileva, L., Kartuzova, T., Volokh A. et al. (2015). "Formation of Professional-Mathematical Competence of Students in the Field of Technical Training Based on Interdisciplinary Integration of Mathematics and Computer Science", *Mediterranean Journal of Social Sciences*, vol. 6 (2), pp. 90–97. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n2s3p90 (in English).
11. Safonov, V. I. (2019). "Metodicheskie osobennosti konvergencii metodov matematiki i metodov informatiki v processe prepodavaniya disciplin predmetnoj oblasti "matematika i informatika" [Methodological features of the convergence of methods of mathematics and methods of computer science in the process of teaching disciplines of the subject area "mathematics and computer science"], *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya*, № 1(35), pp. 107–111. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2019.35.107 (in Russian).
12. Ibid.
13. Vaninsky, A. (2007). "Teaching Mathematics and Computer Programming Together", *Project: Pedagogy of mathematics education*, January. DOI: 10.1007/978-1-4020-6262-9_9 (in English).
14. Fokin, R. R. (2021). "On the content aspect of teaching mathematics and computer science in modern higher education", *Modern High Technologies E 2*, pp. 340–344. DOI: 10.17513/snt.38745 (in English).

15. Barišić, K. D., Deri, I., & Matić, L. *What is the future of the integration of ict in teaching mathematics*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/267227950_WHAT_IS_THE_FUTURE_OF_THE_INTEGRATION_OF_ICT_IN_TEACHING_MATHEMATICS (in English).
16. Ivanov, V. G., Kajbiyajnen, A. A., & Galihanov, M. F. (2016). "Mezhdisciplinarnost' kak vektor razvitiya inzhenernogo obrazovaniya (obzor setevoj konferencii)" [Interdisciplinarity as a vector for the development of engineering education (review of the network conference)], *Vysshee obrazovanie v Rossii*, № 8-9 (204), pp. 149–160 (in Russian).
17. Krasavina, Yu. V., & Shihova, O. F. (2017) "Metod elektronnyh mezhdisciplinarnyh proektov kak effektivnaya forma organizacii samostoyatel'noj raboty studentov vuza" [The method of electronic interdisciplinary projects as an effective form of independent work organization for university students], *Obrazovanie i nauka*, t. 19, № 1, pp. 160–176. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-1-160-176 (in Russian).
18. Noskov, M. V., & Noskova, O. E. (2022). "Formirovanie mezhdisciplinarnoj professional'noj polikompetentnosti v processe obshchetekhnicheskoj podgotovki" [Building interdisciplinary professional polycompetence in the process of general engineering education], *Prepodavatel' XXI vek*, № 1-1, pp. 30–40. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-1-30-40 (in Russian).
19. Shkerina, L. V., Berseneva, O. V., & Kejv, M. A. (2018). "Mezhdisciplinarnyj praktikum kak uslovie formirovaniya sposobnosti studentov k mezhdisciplinarnomu professional'nomu issledovaniyu" [Interdisciplinary practice as a condition for the formation of students' ability to interdisciplinary professional research], *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, № 5(35), pp. 53–64. DOI: 10.32744/pse.2018.5.6 (in Russian).
20. Fedoseev, V. M. (2016). "Nauchno-issledovatel'skaya rabota so studentami kak forma integracii inzhenernoj i matematicheskoj podgotovki v uchebnom processe vuza" [Research work with students as a form of integration of engineering and mathematical training in the educational process of the university], *Integraciya obrazovaniya*, t. 20, № 1, pp. 125–133. DOI: 10.15507/1991-9468.082.020.201601.125-133 (in Russian).
21. Kneller, V. Yu., & Fayans, A. M. (2019). "Solving interdisciplinary tasks: the challenge and the ways to surmount it", *Journal of Physics: Conference Series,* November. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1379/1/012011/pdf. DOI: 10.1088/1742-6596/1379/1/012011 (in English).
22. Vasileva, L., Kartuzova, T., Volokh A. et al. (2015). Op. cit.
23. Koklevskij, A. V. (2019). "Mezhdisciplinarnaya zadacha kak sredstvo formirovaniya poliprofessional'nyh kompetencij budushchih specialistov v celyah ustojchivogo razvitiya" [Interdisciplinary task as a means of forming multiprofessional competences of future specialists for sustainable development], *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Zhurnalistika*, № 1, pp. 107–115. Available at: https://journals.bsu.by/index.php/journalism/article/view/2381 (in Russian).
24. *Standartizaciya v proektirovanii • ISO/IEC 15288 – "Sistemnaya inzheneriya – Processy zhiznennogo cikla system" (Standard for Systems Engineering – System Life Cycle Processes). • ISO 15926 – Dannye zhiznennogo cikla promyshlennogo ob"ekta* [*Lifecycle data of an industrial facility], 2020*. Available at: https://present5.com/organizaciya-proektnoj-deyatelnosti-vremya-proektirovaniya-%E2%80%A2/ (in Russian).
25. Rassamagina, F. A., & Novosyolov, S. A. (2016). "Integrativnye matematicheskie zadachi i zadachi s izmenyayushchimisya usloviyami kak sredstvo formirovaniya tvorcheskoj kompetentnosti studentov" [Integrative mathematical problems and tasks with changing conditions as a means of forming students' creative competency], *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii,* № 1, pp. 51–56 (in Russian).
26. Efremova, O. N. (2014). "Sushchnost' integrativnyh proektov po matematike i informatike, ih proektirovanie i realizaciya" [The essence of integrative projects in mathematics and computer science, their design and implementation], *Vestnik TGPU,* № 1 (142), C. 161–165 (in Russian).
27. Ibid.
28. Dalinger, V. A. (2016). "Integrativnye uchebnye proekty po matematike i informatike kak sredstvo organizacii uchebno-issledovatel'skoj deyatel'nosti uchashchihsya" [Integrative educational projects in mathematics and computer science as a means of organizing educational and research activities of students], *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informacionnyh tekhnologij,* № 1 (17), pp. 136–141 (in Russian).
29. Majburov, A. G., & Demina, E. A. (2014). "Ispol'zovanie integrirovannyh uchebnyh zadanij v processe formirovaniya professional'nyh kompetencij obuchayushchihsya" [The use of integrated learning tasks in the process of forming the professional competences of students], *Chelovek i obrazovanie*, № 4 (41), pp. 117–120 (in Russian).
30. Dalinger, V. A. (2002). "Matematicheskoe modelirovanie kak sredstvo integracii estestvenno-nauchnyh i matematicheskih discipline" [Mathematical modeling as a means of integrating natural science and mathematical disciplines], *Integraciya obrazovaniya*, № 4, pp. 106–112. Available at: http://edumag.mrsu.ru/content/pdf/02-4.pdf (in Russian).
31. Babich, V. N. (2015). *Informacionno-matematicheskoe modelirovanie na osnove invariantov geometricheskih mnogoobrazij* [*Information-mathematical modeling based on invariants of geometric manifolds]: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk*, Ur. gos. arhitektur.-hudozh. akad, Ekaterinburg, 22 p. (in Russian).

32. Zeer, E. F., Pavlova, A. M., & Symanyuk, E. E. (2005). *Modernizaciya professional'nogo obrazovaniya: kompetentnostnyj podhod* [*Modernization of vocational education: competence-based approach]: ucheb. posobie,* Moskovskij psihologo-social'nyj institut, Moscow, p. 21 (in Russian).
33. Ball, G. A. (1990). *Teoriya uchebnyh zadach: psihologo-pedagogicheskij aspekt* [*Theory of Learning Tasks: Psychological and Pedagogical Aspect],* Pedagogika, Moscow, p. 50 (in Russian).
34. Kil'dishov, V. D. (2015). *Ispol'zovanie prilozheniya MS Excel dlya modelirovaniya razlichnyh zadach* [*Using MS Excel to simulate various tasks]*, SOLON-PRESS, Moscow, 256 p. (in Russian).

Вклад авторов

Н. А. Моисеева – подготовка вводной части и заключения; проведение, описание и обобщение результатов исследования.

Т. А. Полякова – обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования; проведение, описание и обобщение результатов исследования.

Contribution of the authors

N. A. Moiseeva – preparation of the introductory part and conclusion; conducting the study, describing and summarizing of the results.

T. A. Polyakova – review of domestic and foreign literature on the research topic; conducting the study, describing and summarizing of the results.