

Н. А. Моисеева¹, Т. А. Полякова² ✉, Т. А. Ширшова³

✉ ta_polyakova@mail.ru

¹Омский государственный технический университет, г. Омск, Российская Федерация

²Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, Российская Федерация

³Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, г. Омск, Российская Федерация

Значимость цифровых сервисов в решении задач информационно-математического моделирования для будущих инженеров

Аннотация: Глобальная цифровизация затронула практически все векторы развития современного информационного общества и, как следствие этого, появилась необходимость в трансформации существующих традиционных технологий обучения. Наряду с этим возникла потребность в специалистах инженерно-технического профиля, обладающих развитыми цифровыми компетенциями, которые позволяют им эффективно осуществлять профессиональную деятельность в условиях цифровой экономики и четвертой промышленной революции (или Industry 4.0.). На развитие цифровых компетенций инженера должны быть ориентированы соответствующие методы и средства подготовки будущих кадров соответствующего профиля. В этой связи целью настоящей работы является выявление возможностей цифровых сервисов с точки зрения их включения в процесс современной информационно-математической подготовки будущих инженеров в условиях реализации межпредметной интеграции дисциплин «Математика» и «Информатика». Теоретическую базу данного исследования составили научные положения и выводы, представленные в трудах отечественных и зарубежных ученых, занимавшихся вопросами и проблемами цифровизации образования, его интеграции, а также проблемой осуществления межпредметных связей в преподавании математики и информатики. Проведенный анализ позволил обозначить цифровые сервисы в качестве одного из инновационных средств решения задач информационно-математического моделирования, используемых в преподавании цикла информационно-математических дисциплин студентам инженерных специальностей вузов с целью развития их цифровых компетенций. Приведены примеры применения функционала цифровых сервисов для решения интегрированных учебных заданий, используемых при подготовке студентов инженерно-технических вузов.

Ключевые слова: цифровизация образования, информационно-математическое моделирование, информационно-коммуникационные технологии, цифровые сервисы.

Дата поступления статьи: 5 июня 2022 г.

Для цитирования: Моисеева Н. А., Полякова Т. А., Ширшова Т. А. (2023) Значимость цифровых сервисов в решении задач информационно-математического моделирования для будущих инженеров. Наука о человеке: гуманитарные исследования, том 17, № 1, с. 116–128. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2023.17.1.13.

Scientific article

N. A. Moiseeva¹, T. A. Polyakova² ✉, T. A. Shirshova³

✉ ta_polyakova@mail.ru

¹Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

²The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russian Federation

³Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russian Federation

The digital services significance to solve tasks of information and mathematical modeling for future engineers

Abstract: Global Digitalization has affected almost all vectors of development of the modern information society and, as a result, there is a need to transform existing traditional learning technologies. Along with this, there is a need for engineering specialists with developed Digital competencies that allow them to effectively carry out their professional

activities in the digital Economy and the fourth industrial revolution (or Industry 4.0.). Appropriate methods and means of training future personnel of the relevant profile should be focused on the development of digital competencies of an engineer. In this regard, the purpose of this work is to identify the possibilities of digital services in terms of their inclusion in the process of modern information and mathematical training of future engineers in the context of the implementation of interdisciplinary integration of the disciplines of Mathematics and Computer Science. The theoretical basis of this study are the scientific provisions and conclusions presented in the researches of domestic and foreign scientists who dealt with the issues and problems of digitalization of education, its integration, as well as the problem of implementing interdisciplinary connections in the teaching of Mathematics and Computer Science. The analysis is made it possible to designate digital services as one of the innovative means of solving problems of information and mathematical modeling used in teaching a cycle of information and mathematical disciplines to students of engineering specialties of universities in order to develop their digital competencies. There are given some examples of using of the functionality of digital services for solving integrated educational tasks which are used in the preparation of students of engineering universities.

Keywords: digitalization of education, information and mathematical modeling, information and communication technologies, digital services.

Paper submitted: June 5, 2022.

For citation: Moiseeva N. A., Polyakova T. A., Shirshova T. A. (2023) The digital services significance to solve tasks of information and mathematical modeling for future engineers. Russian Journal of Social Sciences and Humanities, vol. 17, no. 1, pp. 116–128. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2023.17.1.13.

Введение

Влияние цифровизации на все сферы жизни человека и общества не могло не отразиться и на национальной системе образования, которая в первую очередь ответственна за подготовку специалистов, востребованных в реалиях четвертой промышленной революции (или Industry 4.0.) и цифровой экономики. Трансформация образовательных технологий связана с их оснащением цифровыми технологиями, на основе которых происходит перестройка и обогащение ранее существующих методов и средств обучения. Во многом возросли требования к уровню и качеству математической подготовки выпускников школ и вузов, а также к их подготовке в области информатики и современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Как следствие этого – усиление взаимной интеграции информационно-математической подготовки специалистов разного профиля, в том числе инженерно-технического. В большей степени подобные процессы межпредметной интеграции коснулись пересмотра подходов к обучению будущих кадров для инженерной отрасли, что не случайно, поскольку деятельность инженера направлена на полный цикл проектирования, разработки и совершенствования технических средств для различных направлений промышленного производства, претерпевающих в настоящее время существенную модернизацию и эволюцию под влиянием инновационных методов и средств цифровизации (Dalinger, Moiseeva, Polyakova, 2020).

Задачи, которые предстоит решать современному инженеру в своей профессиональной деятельности, требуют от него развитых цифровых компетенций, позволяющих осуществлять свою деятельность с применением новых программных средств, цифровых устройств и цифровых сервисов. Именно на развитие этих умений и навыков должна быть направлена система подготовки студентов инженерно-технического профиля в вузах. Помимо усиления цифровизации образования, усиливается и практико-ориентированный подход к обучению, проявляющийся в межпредметной интеграции дисциплин, приоритетных для того или иного направления подготовки. Все эти процессы направлены на модернизацию существующих и на разработку новых технологий обучения, которые ориентированы на формирование и развитие цифровых компетенций будущих специалистов инженерно-технического профиля (Моисеева, Полякова, 2021). В связи с чем цель настоящей работы заключается в анализе и обосновании эффективности изучения функциональных возможностей цифровых сервисов и последующего их использования в качестве одного из средств обучения, с точки зрения их применения к решению интегрированных учебных задач (ИУЗ) по математике и информатике в контексте осуществления информационно-математической подготовки будущих специалистов инженерного профиля в техническом вузе.

Методы

В основе исследования лежат общенаучные методы, к которым относятся анализ научно-методической и периодической литературы по проблеме исследования. Результаты научной статьи сформулированы с опорой на исследования современных тенденций развития инженерного, математического и информационного образования, изложенных в работах по теории и методологии педагогической интеграции, методологии математики и информатики. Результаты и выводы, полученные в процессе подготовки настоящей научной работы основаны на личностно- и практико-ориентированном, междисциплинарном и контекстно-компетентностном подходах к обучению студентов инженерно-технического профиля.

В работе С. В. Барабановой (с соавт.) приводится подробный анализ тезисов конференций различного уровня (международных и всероссийских), посвященных вопросам влияния процессов цифровизации на современное инженерное образование (Барабанова, Кайбияйнен, Крайсман, 2019). Как отмечает коллектив авторов, основная проблематика вопросов, рассматриваемых в рамках конференций, связана в первую очередь с «новыми интерактивными образовательными технологиями, развитием онлайн, цифрового и электронного обучения, визуализацией и геймификацией образования, развитием у будущих инженеров академических и прикладных компетенций, внедрением новых сред обучения и т. д.» (Там же, с. 94). В. А. Климов (с соавт.), говоря о влиянии цифровизации на систему профессионального образования, отмечает особые преимущества «включения цифровых технологий в экосистему университетов» и приводит в качестве примера «план развития образовательной, научной и экспертной деятельности транспортных вузов в рамках формирования в Российской Федерации цифровой экономики» (Климов, Заречкин, Куприяновский, 2019, с. 468). Особое место в работе авторов занимает вопрос формирования цифровых компетенций. Согласно плану, изложенному А. А. Климовым (с соавт.), «добровольный характер ведения и наполнения реестра цифровых компетенций предполагает проведение среди студентов транспортных вузов, в том числе с использованием социальных сетей, PR-кампании о важности формирования персональной цифровой траектории» (Там же, с. 473).

Понимание цифровых компетенций в качестве термина, объясняющего способности человека «к использованию информационных технологий в определенном контексте», отражено в статье К. Рицца (Rizza, 2014). Объективную потребность в развитии цифровых компетенций А. Скв связывает напрямую с интенсивным применением и эволюцией цифровых технологий в практической деятельности (Skov, 2016).

При работе над тем или иным проектом технического характера от современного инженера требуется быстрое овладение новыми программными средствами, оперативность решения поставленных перед ним задач, сокращение рутинных операций и т. д. Особенно остро это проявляется в настоящее время, в условиях той скорости, в которой происходит развитие технического цифрового оборудования и программного обеспечения. Е. А. Рождественская и Т. Е. Болдовская, говоря о важности применения медиаресурсов в процессе обучения математике, отмечают не только их образовательную функцию, но и делают акцент на воспитании интереса и повышении мотивации студентов к изучению предмета, а также обогащению педагогического опыта самого преподавателя (Рождественская, Болдовская, 2019, с. 268). В то же время, по словам Е. А. Рождественской, массовые открытые онлайн-курсы (МООК), используемые в качестве дополнения к средствам организации обучения в очном формате, «являются источником инновационных форм для теории и методики обучения, а также одним из инструментов для повышения качества образования» (Рождественская, 2019, с. 260). По мнению Т. Н. Шалкиной, отбор содержания и выбор цифровых инструментов и сервисов для обучения должен основываться на принципах «педагогического дизайна и идеи смешанного обучения (Blended Learning)» (Шалкина, 2021). Автором статьи разработаны критерии выбора соответствующих цифровых ресурсов и сформирована модель «среды обучения информатике» на их основе (Шалкина, 2021).

Широко в научной литературе обсуждаются и вопросы междисциплинарной интеграции. Г. Д. Анисимова и С. И. Евсеева отводят важную роль в организации образовательного процесса

комплексному подходу к преподаванию математики, информатики и электротехники в техническом вузе, который подразумевает использование «информационно-развивающих, проблемно ориентированных и личностно-ориентированных технологий обучения», и способствующему «непрерывному процессу обучения в вузе, а также формированию у студентов профессиональных компетенций» (Анисимова, Евсеева, 2020, с. 156).

И. М. Осмоловская и Л. А. Краснова, анализируя вопросы междисциплинарного образования, отмечают, что «междисциплинарные исследования дают возможность оценить эффективность и потенциал разрабатываемых моделей процесса обучения с позиций не только дидактики, но и смежных наук» (Осмоловская, Краснова, 2018, с. 23). По мнению И. К. Дмитрук межпредметные связи «являются конкретным выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в науке и в жизни общества», а потому «играют важную роль в повышении практической и научно-теоретической подготовки учащихся, существенной особенностью которой является овладение ими обобщенным характером познавательной деятельности» (Дмитрук, 2017). Об этом же говорят А. М. Минаева и Е. С. Чижикова, особо подчеркивая роль междисциплинарного подхода «в повышении качества практической и научно-технической подготовки студента» (Минаева, Чижикова, 2015, с. 65).

Результаты

Анализ многочисленных исследований как отечественных, так и зарубежных ученых, направленных на решение вопросов трансформации существующих методов и средств информационно-математической подготовки специалистов инженерного профиля, позволил авторам настоящей статьи в своих предыдущих разработках (Далингер, Моисеева, Полякова, 2021; Моисеева, Полякова, 2021; Dalinger, Moiseeva, Polyakova, 2020) в качестве «системообразующего фактора интеграции знаний по информатике и математике» обозначить информационно-математическое моделирование (ИММ), выступающее в качестве средства формирования и развития цифровых компетенций современных представителей инженерного профиля (Далингер, Моисеева, Полякова, 2021, с. 1403).

В. Н. Бабич под информационно-математическим моделированием (ИММ) 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» (Бабич, Кремлев, 2018, с. 4).

В настоящем исследовании под ИММ мы понимаем процесс описания или построения модели некоторой предметной области посредством современных ИКТ и методов математического моделирования (Далингер, Моисеева, Полякова, 2021). ИММ при этом выступает в качестве средства решения так называемых интегрированных учебных заданий (ИУЗ), которые, в свою очередь, являются главной составной частью практической реализации процессов междисциплинарной интеграции в преподавании математики и информатики студентам инженерных специальностей вузов. В данном случае речь идет о заданиях, при выполнении которых происходит освоение «дисциплинарных знаний, личностных и межличностных компетенций, а также умений проектировать и создавать новые продукты и системы» (Dalinger, Moiseeva, Polyakova, 2020).

В научной статье (Dalinger, Moiseeva, Polyakova, 2020) совместно с В. А. Далингером нами была предложена классификация ИУЗ по математике и информатике, для решения которых может быть привлечен аппарат ИММ (Dalinger, Moiseeva, Polyakova, 2020, с. 595). Так, были выделены следующие типы задач: ИУЗ на инженерное прогнозирование; ИУЗ на конструирование технических объектов; ИУЗ на экспериментирование; ИУЗ на вычисление; ИУЗ на аналитику данных. (Там же, с. 596).

В качестве инструмента решения ИУЗ с помощью ИММ могут быть использованы цифровые сервисы. В общем под цифровым сервисом понимается «совокупность услуг, которая предоставляет пользователям возможность удаленной работы с определенными информационными ресурсами, но не наделяет их правом собственности на эти ресурсы» (Шалкина, 2021; Франтасов, Балановская, Прокаева, 2022; Калашникова, 2021; Касьянова, 2021).

В нашей работе мы рассматриваем цифровые сервисы, функционал которых аналогичен функционалу пакетов прикладных программ, используемых для проведения компьютерного математического моделирования (табл. 1), а также функционалу интегрированной среды разработки и анализа данных.

В таблице 1 представлен аналитический обзор цифровых сервисов с сопоставлением аналогичных им средств прикладного программного обеспечения.

Таблица 1 – Аналитический обзор цифровых сервисов и прикладного программного обеспечения

Table 1 – Analytical review of digital services and application software

№ п/п	Наименование цифрового сервиса	Прикладное программное обеспечение
1.	Google Sheets (Таблицы) (https://docs.google.com/spreadsheets/) – онлайн-редактор электронных таблиц	Электронная таблица Excel
2.	Wolfram-Alpha (https://www.wolframalpha.com/) – цифровой сервис для проведения математического анализа и вычислений любой сложности, который может применяться в задачах математического моделирования; разработан на основе вычислительного ядра системы Mathematica	Прикладные пакеты для математических расчетов: Maple, MATLAB, Macsyma, Mathematica, MathCad, GNU Octave
3.	SMath Studio Cloud (https://ru.smath.com/cloud/) – онлайн-версия бесплатного математического пакета SMath Studio, который поддерживает множество функций для математических вычислений и анализа; позволяет сохранить вычисления для дальнейшей работы, а также предоставить ссылку на них другим пользователям	Прикладные пакеты для математических расчетов: SMath Studio, Macsyma, MathCad, GNU Octave
4.	Mas.Exponenta.ru (http://mas.exponenta.ru/about/) – цифровой сервис для проведения математических вычислений, который содержит вычисления в следующих разделах: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятности, математическая статистика, численные методы	Прикладные пакеты для математических расчетов: SMath Studio, Macsyma, MathCad
5.	Graph Online (https://graphonline.ru/) – цифровой сервис предназначен для визуализации графа и поиска кратчайшего пути на графе; создание графа выполняется по матрице смежности или матрице инцидентности; кроме поиска кратчайшего пути можно осуществить поиск компонента связности; онлайн-система поддерживает работу с орграфами и неориентированными графами; построенный граф можно сохранить	

В качестве примера интегрированной среды разработки анализа данных рассмотрим Google Colab (Colaboratory) – интерактивный облачный блокнот на основе Jupyter Notebook для программирования на языке высокого уровня Python, а также анализа данных и машинного обучения. Google Colab (<https://colab.research.google.com/>) предоставляет мощные процессоры для облачных вычислений прямо в браузере, обладает интуитивно понятным интерфейсом, который не перегружает компьютер и производит все вычисления быстро. Среди облачных сред, похожих на Google Colab, можно выделить: Yanex DataSphere, Kaggle Kernels, Azure Notebooks, CoCalc.

Рассмотрим примеры ИУЗ, решаемых с применением цифровых сервисов.

Пример 1 (ИУЗ на аналитику данных). Исследование различных вопросов, которые появляются при планировании, организации и работе автомобильного транспорта, сопровождается обработкой экспериментальных и статистических данных для установления вида или параметров аналитических зависимостей. На основании этих зависимостей в дальнейшем решаются задачи долгосрочного прогнозирования по работе автотранспорта. ИММ позволяет осуществить решение такого рода задач, а привлечение к процессу самого решения соответствующих цифровых сервисов – во многом оптимизировать работу, связанную с обработкой экспериментальных данных, поиском аналитического выражения с последующим графическим представлением нужной зависимости. Речь в таком случае идет о распространенной в данной области

исследований задаче выравнивания, заключающейся в установлении зависимости некоторой физической величины y от физической величины x (Галушко, 1976).

Например, при исследовании двигателей внутреннего сгорания (ДВС) часто приходится проводить ряд испытаний ДВС с целью выявления зависимостей между их основными параметрами. Такими параметрами могут являться: часовой расход топлива и число оборотов вала двигателя, рабочий объем цилиндра и величина степени сжатия, ход поршня и его скорость и т. д. Значения этих параметров исследователь получает экспериментально, после чего необходима их обработка и анализ. Один из основных вопросов, который ставится перед исследователем, – на основании полученных результатов эксперимента выявить функциональную зависимость между изучаемыми параметрами с целью прогнозирования того, как поведет себя система в определенный промежуток времени, в тех или иных условиях. В связи с чем умения устанавливать подобные аналитические зависимости относятся к числу компетенций, необходимых специалистам технических профилей.

Таблица 2 – Данные стендовых испытаний двигателя

Table 2 – Engine bench test data

	1	2	3	4	5
x	5,1	10,2	15,1	19,8	24,9
y	12,1	11	10,5	11,8	12,5

Следует отметить, что в целях оптимизации решение подобных задач вполне можно доверить цифровым сервисам, позволяющим произвести необходимые вычисления в более короткие сроки. На рис. 1 представлен фрагмент решения задачи, демонстрирующий результат построения аналитической зависимости величины часового расхода топлива ($G \rightarrow y$) (в кг/ч) от величины степени сжатия ($\varepsilon \rightarrow x$), полученных по результатам стендовых испытаний ДВС (табл. 2), с помощью цифрового сервиса WolframAlpha (<https://www.wolframalpha.com/>) после непосредственного введения в поисковое окно экспериментальных данных.

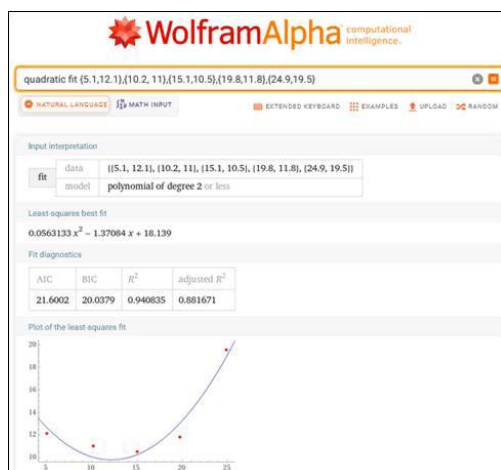


Рис. 1. Фрагмент решения ИУЗ на аналитику данных в WolframAlpha

Fig. 1. Fragment of the HMI solution for data analytics in WolframAlpha

Пример 2 (ИУЗ на вычисление / прогнозирование). В примере 2 рассмотрим три варианта формулировки и решения задачи на оптимизацию, достаточно часто встречающуюся в разделе экономической теории на транспорте (Костин, 2003). Для решения поставленной в данном примере задачи задействованы возможности цифрового сервиса Excel Online (<https://online-excel.ru/>).

А. При производстве трех видов продукции используются три вида ресурсов. Составить план выпуска продукции, обеспечивающий максимальную прибыль, при выпуске не менее 300 единиц изделий.

Таблица 3 – Исходные данные по условию задачи Примера 2

Table 3 – Initial data on the condition of the problem of Example 2

Ограничения по ресурсам b_j (y. e.)		Расход ресурсов на единицу продукции a_{ij} (y. e.)		
		№ 1	№ 2	№ 3
Энергия	1200	3	3	4
Финансы	2000	5	6	4
Сырье	2000	4	6	8
Прибыль на ед. продукции z_i (y. e.)		8	11	12

Воспользуемся следующими обозначениями: наличие на предприятии каждого j -го ресурса b_j ; a_{ij} – норма расхода j -го ресурса на одно изделие i -го вида; z_i – прибыль от реализации i -го вида продукции; минимальное количество b_4 всех видов изделий, которое предприятие должно выпустить (в нашем примере $b_4 = 300$). Целевая функция: $Z1 = z_1 \cdot x_1 + z_2 \cdot x_2 + z_3 \cdot x_3 \rightarrow \max$.

Задача решена с помощью сервиса Excel Online (<https://online-excel.ru/>) (рис. 2) и функции «поиск решения».

Исходные данные:				Переменные:	
Прибыль Z1=	8			x1=	163
Z2=	11			x2=	170
Z3=	12			x3=	41
Ресурсы:				Целевая функция	
энергия=	1200			Z1=z1x1+z2x2+z3x3	3666
финансы=	2000				
сырьё=	2000				
Нормы расхода:					
по энергии a11=	3	a12= 3	a13= 4		
по финансам a21=	5	a22= 6	a23= 4		
по сырью a31=	4	a32= 6	a33= 8		
Минимальное кол. Изделий					
Ограничения:					
a11*x1+a12*x2+a13*x3=	1163				
a21*x1+a22*x2+a23*x3=	1999				
a31*x1+a32*x2+a33*x3=	2000				
x1+x2+x3=	374				

Рис. 2. Фрагмент решения ИУЗ на вычисление / прогнозирование (Пример 2А) в Excel Online

Fig. 2. Fragment of the HMI solution for calculation / prediction (Example 2A) in Excel Online

Итак, при заданных ограничениях наибольшая прибыль составит 3 666 y. e. При этом необходимо выпускать 163 ед. изделия № 1, 170 ед. изделия № 2 и 41 ед. изделия № 3 и всего будет произведено 374 ед. продукции (суммарно).

При этом экономия энергии и финансов останется в количестве 37 и 1 y. e. (соответственно), сырье будет израсходовано полностью.

Б. Изменим задание следующим образом: если составить план выпуска продукции, обеспечивающий минимальное потребление энергии (при сохранении остальных условий неизменными), то целевая функция: $Z2 = a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3 \rightarrow \min$.

Решение также ищем с помощью сервиса Excel Online (рис. 3).

Исходные данные:				Переменные:	
Прибыль Z1=	8			x1=	200
Z2=	11			x2=	100
Z3=	12			x3=	0
Ресурсы:				Целевая функция	
финансы=	2000			Z2=a11x1+a12x2+a13x3	900
сырьё=	2000				
Нормы расхода:					
по энергии a11=	3	a12= 3	a13= 4		
по финансам a21=	5	a22= 6	a23= 4		
по сырью a31=	4	a32= 6	a33= 8		
Минимальное кол. Изделий					
Ограничения:					
a21*x1+a22*x2+a23*x3=	1600				
a31*x1+a32*x2+a33*x3=	1400				
x1+x2+x3=	300				
Прибыль	2700				

Рис. 3. Фрагмент решения ИУЗ на вычисление / прогнозирование (Пример 2Б) в Excel Online

Fig. 3. Fragment of the HMI solution for calculation / prediction (Example 2B) in Excel Online

В этом случае при заданных ограничениях наименьший расход энергетических ресурсов составит 900 у. е. При этом необходимо выпускать 200 ед. изделия № 1, 100 ед. изделия № 2 и не выпускать изделия № 3 и всего будет произведено 300 ед. продукции (суммарно). Прибыль при этом составит 2 700 у. е. Экономия сырья составит 600 у. е.; экономия финансов – 400 у. е.

В. Сформулируем двухкритериальную задачу: составить план выпуска продукции, обеспечивающий максимальную прибыль, при минимальном потреблении энергии, при выпуске не менее 300 единиц изделий. В этом случае обобщенная целевая функция:

$$Z = \alpha_1 \cdot \frac{z_1 \cdot x_1 + z_2 \cdot x_2 + z_3 \cdot x_3}{Z1} - \alpha_2 \cdot \frac{a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3}{Z2} \rightarrow \max,$$

где $Z1 = z_1 \cdot x_1 + z_2 \cdot x_2 + z_3 \cdot x_3$ и $Z2 = a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3$ значения целевых функций из предыдущих примеров, весовые коэффициенты α_1 и α_2 (определяются или статистически, или экспертными оценками). Знаки перед целевыми функциями определяются так: «+» – если функция максимизируется, «-» – если минимизируется.

Фрагмент решения примера 2В. с помощью сервиса Excel Online представлен на рис. 4.

Исходные данные:				Переменные:			
Прибыль Z1=	8			x1=	0		
Z2=	11			x2=	333		
Z3=	12			x3=	0		
Ресурсы:				Целевая функция			
финансы=	2000			$Z = \alpha_1 \{z_1 x_1 + z_2 x_2 + z_3 x_3\} / Z1 - \alpha_2 \{a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3\} / Z2$			
сырьё=	2000						0,255427
Нормы расхода:							
по энергии a11=	3	a12=	3	a13=	4		
по финансам a21=	5	a22=	6	a23=	4		
по сырью a31=	4	a32=	6	a33=	8		
Минимальное кол. Изделий	300						
$\alpha_1; \alpha_2$	0,7	0,4					
Ограничения:							
$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3 =$	999						
$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + a_{23} \cdot x_3 =$	1998						
$a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot x_2 + a_{33} \cdot x_3 =$	1998						
$x_1 + x_2 + x_3 =$	333						
	Z1=	3666					
	Z2=	900					
Прибыль Z= $z_1 x_1 + z_2 x_2 + z_3 x_3$		3663					

Рис. 4. Фрагмент решения ИУЗ на вычисление / прогнозирование (Пример 2В) в Excel Online

Fig. 4. Fragment of the HMI solution for calculation / prediction (Example 2B) in Excel Online

При такой постановке задачи прибыль составила 3 663 у. е., затраты энергии составят 999 у. е. Необходимо выпускать 333 ед. изделия № 2 и не выпускать изделия № 1 и № 3. Общее количество изделий – 333 у. е. (по сравнению с пред. задачами 374 у. е. и 300 у. е.).

Значение обобщенной целевой функции получено в относительных единицах, так как каждая целевая функция делится на ее нормирующее значение.

Пример 3 (ИУЗ на аналитику данных / прогнозирование). Анализ и прогнозирование энергопотребления является важной задачей, которая дает коммунальным предприятиям информацию и помогает им повышать производительность своих систем с точки зрения производительности и эффективности (Salam, El Hibaoui, 2018).

Рассмотрим несложный анализ данных и 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 *consumption* в формате CSV, который содержит данные об энергопотреблении трех различных распределительных сетей г. Тетуан, расположенного на севере Марокко.

В наборе данных 52 416 записей, 9 столбцов. Рассмотрим информацию об атрибутах, формирующих структуру набора данных *consumption.csv*:

DateTime – дата и время (каждые десять минут).
 Temperature – температура в г. Тетуан.
 Humidity – влажность в г. Тетуан.
 Wind Speed – скорость ветра в г. Тетуан.
 General diffuse flows – общие диффузные потоки.
 Diffuse flows – диффузные потоки.
 Zone 1 of Tetouan city – потребляемая мощность зоны 1 г. Тетуан.
 Zone 2 of Tetouan city – энергопотребление зоны 2 г. Тетуан.
 Zone 3 of Tetouan city – энергопотребление зоны 3 г. Тетуан.

Решение:

Для проведения анализа данных и соответствующей графической визуализации результатов анализа данных подключим библиотеки Python: Pandas, Seaborn и Matplotlib (рис. 5).

```
import pandas as pd #импорт библиотеки Pandas
import matplotlib.pyplot as plt #импорт библиотеки для построения графиков
import seaborn as sns #импорт библиотеки готовых шаблонов для статистической визуализации
df = pd.read_csv('consumption.csv')
print("Размер набора данных:",df.shape)
```

Размер набора данных: (52416, 9)

Рис. 5. Подключение библиотек Python для анализа данных

Fig. 5. Connecting the Python library for data analysis

Найдем сведения об энергопотреблении зон 1, 2 и 3 г. Тетуан при температуре выше 35. Для отбора (или фильтрации) необходимых записей составим неравенство (рис. 6).

```
df[df['Temperature'] > 35]
```

	DateTime	Temperature	Humidity	Wind Speed	general diffuse flows	diffuse flows	Zone 1 Power Consumption	Zone 2 Power Consumption	Zone 3 Power Consumption
19104	5/13/2017 16:00	35.46	17.25	4.406	647.8	614.7	31953.83607	19504.64396	17565.66802

Рис. 6. Фильтрация записей (простое условие)

Fig. 6. Record filtering (simple condition)

Необходимо отметить, что в условиях фильтрации можно использовать не только математические операции сравнения, но и методы работы со строками. Можно комбинировать несколько условий одновременно, используя логические операторы. Например, произведем отбор строк, в которых значение температуры больше 0 и меньше +5 (рис. 7).

```
df[(df['Temperature'] > 0) & (df['Temperature'] < 5)]
```

	DateTime	Temperature	Humidity	Wind Speed	general diffuse flows	diffuse flows	Zone 1 Power Consumption	Zone 2 Power Consumption	Zone 3 Power Consumption
13	1/1/2017 2:10	4.968	78.8	0.084	0.070	0.134	22329.11392	14710.03040	15822.650600

Рис. 7. Фильтрация записей (сложное условие)

Fig. 7. Record filtering (complex condition)

Для того чтобы значения столбца Temperature были более наглядными, округлим все значения в этом столбце (тогда в нем появятся значения, по которым можно сгруппировать данные) с помощью функции *round()*. Затем сгруппируем данные по новому столбцу температуры Temp_new и вычислим, сколько уникальных значений для каждой группы содержится в остальных столбцах. Для этого в качестве агрегирующей функции используем *count()*:

```
df['Temp_new'] = round(df['Temperature'])
df.groupby('Temp_new').count()
```

В результате получилось, что температура +21 встречается в наборе данных 3 690 раз.

Теперь вычислим коэффициент корреляции Пирсона между атрибутами (переменными) набора данных (рис. 8).

```
df.corr(method = 'pearson')
```

	Temperature	Humidity	Wind Speed	general diffuse flows	diffuse flows	Zone 1 Power Consumption	Zone 2 Power Consumption	Zone 3 Power Consumption
Temperature	1.000000	-0.460243	0.477109	0.460294	0.196522	0.440221	0.382428	0.489527
Humidity	-0.460243	1.000000	-0.135853	-0.468138	-0.256886	-0.287421	-0.294961	-0.233022
Wind Speed	0.477109	-0.135853	1.000000	0.133733	-0.000972	0.167444	0.146413	0.278641
general diffuse flows	0.460294	-0.468138	0.133733	1.000000	0.564718	0.187965	0.157223	0.063376
diffuse flows	0.196522	-0.256886	-0.000972	0.564718	1.000000	0.080274	0.044667	-0.038506
Zone 1 Power Consumption	0.440221	-0.287421	0.167444	0.187965	0.080274	1.000000	0.834519	0.750733
Zone 2 Power Consumption	0.382428	-0.294961	0.146413	0.157223	0.044667	0.834519	1.000000	0.570932
Zone 3 Power Consumption	0.489527	-0.233022	0.278641	0.063376	-0.038506	0.750733	0.570932	1.000000

Рис. 8. Вычисление коэффициента корреляции Пирсона

Fig. 8. Calculation of the Pearson correlation coefficient

Мы видим, что температура, скорость ветра, диффузные потоки и общие диффузные потоки умеренно коррелируют со значением коэффициента корреляции 0,489527 и 0,440221 для энергопотребления зоны 3 и энергопотребления зоны 1 соответственно.

Теперь визуализируем приведенную выше таблицу корреляции с помощью тепловой карты (рис. 9).



Рис. 9. Визуализация таблицы корреляции Примера 3 с помощью тепловой карты

Fig. 9. Visualization of the correlation table of Example 3 using a heat map

Цель использования в анализе данных тепловой карты – понимание взаимосвязи между различными атрибутами в наборе данных. Так, более темные оттенки представляют высокую степень взаимосвязи между элементами, а более светлые оттенки представляют собой низкую степень взаимосвязи между элементами. Сопоставив содержимое таблицы на рисунке 8 и тепловую карту на рисунке 9, можно отметить, что их интерпретация одинакова, но тепловая карта более эффективно визуализирует степень взаимосвязи между элементами набора данных.

Выводы

1. Проанализированы основные подходы к осуществлению информационно-математической подготовки студентов инженерно-технических вузов. Выявлено усиление роли междисциплинарной

интеграции дисциплин математика и информатика для развития цифровых компетенций студентов в условиях цифровой экономики и Industry 4.0. Определено, что в качестве основополагающего и значимого фактора осуществления соответствующих интеграционных процессов выступает ИММ.

2. Проведен аналитический обзор цифровых сервисов, функционал которых аналогичен функционалу прикладного программного обеспечения, с точки зрения возможностей их применения в решении задач ИММ на практике и в будущей профессиональной деятельности специалистов инженерно-технического профиля.

3. Приведены примеры ИУЗ, решаемых методами и средствами ИММ с помощью соответствующих цифровых сервисов. Использование ИУЗ и алгоритмов их решения в процессе информационно-математической подготовки студентов способствует развитию их цифровых компетенций, а также обогащает методы и формы реализации смешанного обучения в техническом вузе, что соответствует логике цифровой трансформации национального инженерного образования.

Источники

- Анисимова Г. Д., Евсеева С. И. (2020) Междисциплинарные связи математики, информатики и электротехники в техническом вузе. Наука о человеке: гуманитарные исследования, № 1 (39), с. 156–163. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2020.39.156.
- Бабич В. Н., Кремлев А. Г. (2018) Анализ проблематики информационно-математического моделирования. Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений. Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции в рамках Уральской горнопромышленной декады. Екатеринбург, Уральский государственный горный университет, с. 454–459.
- Барабанова С. В., Кайбияйнен А. А., Крайсман Н. В. (2019) Цифровизация инженерного образования в глобальном контексте. Высшее образование в России, т. 28, № 1, с. 94–103. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-1-94-103.
- Галушко В. Г. (1976) Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. Киев, Издательское объединение «Вища школа», 232 с.
- Далингер В. А., Моисеева Н. А., Полякова Т. А. (2021) Взаимная интеграция информационно-математической подготовки инженеров в эпоху цифровизации. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки, т. 14, № 9, с. 1399–1419. DOI: 10.17516/1997-1370-0772.
- Дмитрук И. К. (2017) Реализация межпредметных связей предметов естественнонаучного цикла, математики и информатики. URL: <https://refdb.ru/look/1876453.html>.
- Калашникова Т. Г. (2021) Цифровые сервисы в учебном процессе. Проблемы и решения процесса интеграции изобразительного искусства, инженерной, компьютерной графики и дизайна в современной образовательной среде. Материалы Международной научно-технической конференции, Андижан, Узбекистан, 10 мая 2021 года. Андижан, ООО «Мини Тайп», с. 130–135.
- Касьянова Е. В. (2021) Применение цифровых сервисов для развития ИКТ-компетентности будущих IT-инженеров. Педагогическое образование в условиях глобальной цифровизации. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Новосибирской области, в рамках Международного форума «Высокие технологии, искусственный интеллект и роботизированные системы в образовании», Новосибирск, 16–17 ноября 2021 года. Новосибирск, Новосибирский государственный педагогический университет, с. 78–82.
- Климов А. А., Заречкин Е. Ю., Куприяновский В. П. (2019) Влияние цифровизации на систему профессионального образования. Современные информационные технологии и ИТ-образование, т. 15, № 2, с. 468–476. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.468-476.
- Костин В. Н. (2003) Оптимизационные задачи электроэнергетики. СПб., СЗТУ, 120 с.
- Минаева А. М., Чижикова Е. С. (2015) Межпредметные связи математики с другими дисциплинами в техническом вузе. Инновации. Интеллект. Культура. Материалы XXII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Тобольск, 13 февраля 2015 года. Тобольск, Тюменский государственный нефтегазовый университет, с. 64–66.
- Моисеева Н. А., Полякова Т. А. (2021) Развитие цифровых компетенций будущих инженеров средствами информационно-математического моделирования. Научно-методический электронный журнал «Концепт», № 3. с. 71–85. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11015.
- Осмоловская И. М., Краснова Л. А. (2018) Процесс обучения с позиции междисциплинарных исследований. Образование и наука, т. 20, № 8, с. 9–27. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-8-9-27.
- Рождественская Е. А. (2019) Проблемы цифровизации высшего образования в формате массовых открытых онлайн-курсов. Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе, № 7, с. 256–261. DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-256-261.
- Рождественская Е. А., Болдовская Т. Е. (2019) Использование образовательных интернет-медиа в процессе обучения математике. Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития. Материалы VI Всероссийской

- научно-практической конференции, Омск, 4 июля 2019 года. Омск, Омский государственный технический университет, с. 266–269.
- Франтасов Д. Н., Балановская А. В., Прокаева А. Е. (2022) Роль цифровых сервисов в процессе цифровой трансформации организаций высшего образования. Экономика и предпринимательство, № 2 (139), с. 1043–1046. DOI: 10.34925/EIP.2022.139.2.205.
- Шалкина Т. Н. (2021) Цифровые сервисы в обучении информатике: опыт интеграции методик удаленного и традиционного обучения. Мир науки. Педагогика и психология, №3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/28PDMN321.pdf>.
- Dalinger V. A., Moiseeva N. A., Polyakova T. A. (2020) Information and Mathematical Modeling as the Basis for the Professional Activity of Future Engineers in the Digitization Era. Advances in Social Science, Education and Humanities Research : Proceedings of the International Scientific Conference “Digitalization of Education: History, Trends and Prospects” (DETP 2020), Yekaterinburg. Atlantis Press, pp. 593–598.
- Rizza C. (2014) Digital Competences. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, pp. 1614–1619. DOI: 10.1007/978-94-007-0753-5_731.
- Salam A., El Hibaoui A. (2018). Comparison of Machine Learning Algorithms for the Power Consumption Prediction: Case Study of Tetouan city. In 2018 6th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC), pp. 1–5.
- Skov A. (2016) What is digital competence? URL: <https://digital-competence.eu/front/what-is-digital-competence>.

References

- Anisimova G. D., Evseeva S. I. (2020) Mezhdistsiplinarnyye svyazi matematiki, informatiki i elektrotehniki v tehničeskom vuze [Interdisciplinary connections of mathematics, computer science and electrical engineering in a technical university] The Science of Person: Humanitarian Researches, no. 1 (39), pp. 156–163. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2020.39.156 (In Russian).
- Babich V. N., Kremlev A. G. (2018) Analiz problematiki informatsionno-matematicheskogo modelirovaniya [Analysis of the problems of information and mathematical modeling]. Innovatsionnyie geotekhnologii pri razrabotke rudnyih i nerudnyih mestorozhdeniy [Innovative geotechnologies in the development of ore and non-ore deposits]. Collection of reports of the VII International Scientific and Technical Conference within the framework of the Ural Mining Decade. Responsible for the release of N. G. Valiev]. Ekaterinburg, Uralskiy gosudarstvennyiy gornyy universitet, pp. 454–459 (In Russian).
- Barabanova S. V., Kaybiyaynen A. A., Kraysman N. V. (2019) Tsifrovizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya v globalnom kontekste [Digitalization of engineering education in a global context]. Vysshee obrazovanie v Rossii – Higher education in Russia, vol. 28, no. 1, pp. 94–103. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-1-94-103 (In Russian).
- Dalinger V. A., Moiseeva N. A., Polyakova T. A. (2021) Vzaimnaya integratsiya informatsionno-matematicheskoy podgotovki inzhenerov v epohu tsifrovizatsii [Mutual integration of information and mathematical training of engineers in the era of digitalization]. Journal of the Siberian Federal University. Series: Humanities, vol. 14, no. 9, pp. 1399–1419. DOI: 10.17516/1997-1370-0772 (In Russian).
- Dalinger V. A., Moiseeva N. A., Polyakova T. A. (2020) Information and Mathematical Modeling as the Basis for the Professional Activity of Future Engineers in the Digitization Era. Advances in Social Science, Education and Humanities Research : Proceedings of the International Scientific Conference “Digitalization of Education: History, Trends and Prospects” (DETP 2020), Yekaterinburg. Atlantis Press, pp. 593–598.
- Dmitruk I. K. (2017) Realizatsiya mezhpredmetnyih svyazey predmetov estestvennonauchnogo tsikla, matematiki i informatiki [Implementation of interdisciplinary connections between subjects of the natural science cycle, mathematics and informatics]. Available at: <https://refdb.ru/look/1876453.html> (In Russian).
- Frantsov D. N., Balanovskaya A. V., Prokaeva A. E. (2022) Rol tsifrovyyih servisov v protsesse tsifrovoy transformatsii organizatsiy vyisshego obrazovaniya [The role of digital services in the process of digital transformation of higher education organizations]. Journal of Economy and Entrepreneurship, no. 2 (139), pp. 1043–1046. DOI: 10.34925/EIP.2022.139.2.205 (In Russian).
- Galushko V. G. (1976) Veroyatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte [Probabilistic-statistical methods on vehicles]. Kyiv, Vischa shkola Publ., 232 p. (In Russian).
- Kalashnikova T. G. (2021) Tsifrovyye servisy v uchebnom protsesse [Digital services in the educational process]. Problemy i resheniya protsessa integratsii izobrazitel'nogo iskusstva, inzhenernoy, kompyuternoy grafiki i dizayna v sovremennoy obrazovatel'noy srede [Problems and solutions of the process of integration of fine arts, engineering, computer graphics and design in the modern educational environment. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Andijan, Uzbekistan, May 10, 2021]. Andijan, Mini Tayp Publ., pp. 130–135 (In Russian).
- Kasyanova E. V. (2021) Primenenie tsifrovyyih servisov dlya razvitiya IKT-kompetentnosti buduschih IT-inzhenerov [The use of digital services for the development of ICT competence of future IT engineers]. Pedagogicheskoe obrazovanie v usloviyah globalnoy tsifrovizatsii [Pedagogical education in the context of global digitalization]. Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Novosibirsk region, within the framework of the International Forum “High technologies, artificial intelligence and robotic systems in education”, Novosibirsk, November 16–17, 2021. Novosibirsk, Novosibirsk State Pedagogical University Publ., pp. 78–82 (In Russian).

- Klimov A. A., Zarechkin E. Yu., Kupriyanovskiy V. P. (2019) Vliyanie tsifrovizatsii na sistemu professionalnogo obrazovaniya [The impact of digitalization on the system of vocational education]. *Modern Information Technologies and IT-education*, vol. 15, no. 2, pp. 468–476. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.468-476 (In Russian).
- Kostin V. N. (2003) Optimizatsionnyye zadachi elektroenergetiki [Optimization problems of electric power industry]. St. Petersburg, SZTU Publ., 120 p. (In Russian).
- Minaeva A. M., Chizhikova E. S. (2015) Mezhpredmetnyye svyazi matematiki s drugimi distsiplinami v tehnichestvom vuze [Interdisciplinary connections of mathematics with other disciplines in a technical university]. *Innovatsii. Intellect. Kultura [Innovation. Intelligence. Culture]*. Materials of the XXII All-Russian (with international participation) scientific and practical conference, Tobolsk, February 13, 2015]. Tobolsk, Tyumen State Oil and Gas University, pp. 64–66 (In Russian).
- Moiseeva N. A., Polyakova T. A. (2021) Razvitie tsifrovyykh kompetentsiy buduschih inzhenerov sredstvami informatsionno-matematicheskogo modelirovaniya [Development of digital competencies of future engineers by means of information and mathematical modeling]. *Scientific-methodological electronic journal "Koncept"*, no. 3, pp. 71–85. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11015 (In Russian).
- Osmolovskaya I. M., Krasnova L. A. (2018) Protsess obucheniya s pozitsii mezhdistsiplinarnykh issledovaniy [The learning process from the position of interdisciplinary research]. *The Education and Science Journal*, vol. 20, no. 8, pp. 9–27. DOI 10.17853/1994-5639-2018-8-9-27 (In Russian).
- Rizza C. (2014) Digital Competences. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*, pp. 1614–1619. DOI: 10.1007/978-94-007-0753-5_731.
- Rozhdestvenskaya E. A. (2019) Problemy tsifrovizatsii vysshego obrazovaniya v formate massovykh otkrytykh onlayn-kursov [Problems of digitalization of higher education in the format of massive open online courses]. *Aktualnyye problemy prepodavaniya matematiki v tehnichestvom vuze – Actual problems of teaching mathematics in a technical university*, no. 7, pp. 256–261. DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-256-261 (In Russian).
- Rozhdestvenskaya E. A., Boldovskaya T. E. (2019) Ispolzovanie obrazovatelnykh internet-media v protsesse obucheniya matematike [The use of educational Internet media in the process of teaching mathematics]. *Metodika prepodavaniya matematicheskikh i estestvennonauchnykh distsiplin: sovremennyye problemy i tendentsii razvitiya [Methods of teaching mathematical and natural sciences: modern problems and development trends]*. Materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference. Omsk, Omsk State Technical University, pp. 266–269 (In Russian).
- Salam A., El Hibaoui A. (2018) Comparison of Machine Learning Algorithms for the Power Consumption Prediction:-Case Study of Tetouan city. In *2018 6th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, pp. 1–5.
- Shalkina T. N. (2021) Tsifrovyye servisy v obuchenii informatike: opyt integratsii metodik udalennogo i traditsionnogo obucheniya [Digital services in teaching computer science: experience in integrating methods of remote and traditional learning]. *World of Science. Pedagogy and psychology*, no. 3. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/28PDMN321.pdf> (In Russian).
- Skov A. (2016) What is digital competence? URL: <https://digital-competence.eu/front/what-is-digital-competence>.

Информация об авторах

Моисеева Наталья Александровна

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и фундаментальной информатики. Омский государственный технический университет, г. Омск, РФ. ORCID ID: 0000-0002-9502-3891. E-mail: nat_lion@mail.ru

Полякова Татьяна Анатольевна

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики и математики. Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, РФ. ORCID ID: 0000-0002-9673-1750. E-mail: ta_polyakova@mail.ru

Ширшова Татьяна Ахметовна

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения и защиты информации. Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, г. Омск, РФ. E-mail: shirshova_tanya@rambler.ru

Autor's information

Natalya A. Moiseeva

Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor of Applied Mathematics and Fundamental Computer Science Dept. Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation. ORCID ID: 0000-0002-9502-3891. E-mail: nat_lion@mail.ru

Tatiana A. Polyakova

Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor of Physics and Mathematics Dept. The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russian Federation. ORCID ID: 0000-0002-9673-1750. E-mail: ta_polyakova@mail.ru

Tatiana A. Shirshova

Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor of Software and Information Security Dept. Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russian Federation. E-mail: shirshova_tanya@rambler.ru