

## Роль оптимизационных задач «контекстного» содержания в развитии цифровых компетенций будущих инженеров

## The role of the optimizing tasks of "contextual" content in the development of future engineers' digital competences

### Авторы статьи

**Моисеева Наталья Александровна**,  
кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
прикладной математики и фундаментальной  
информатики ФГБОУ 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 «Высшая  
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 Automobile and Road-building University;  
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. Роль оптимизационных задач «контекстного» содержания в развитии цифровых компетенций будущих инженеров // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2021. № 09. С. 1–12. URL: <http://e-koncept.ru/2021/211059.htm>. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11059

### For citation

N. A. Moiseeva, T. A. Polyakova, The role of the optimizing tasks of "contextual" content in the development of future engineers' digital competences // Scientific-methodological electronic journal "Concept". 2021. No. 09. P. 1–12. URL: <http://e-koncept.ru/2021/211059.htm>. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11059

Поступила в редакцию <i>Received</i>	24.06.21	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	04.08.21
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	04.08.21	Опубликована <i>Published</i>	30.09.21



## Аннотация

Современный высококвалифицированный инженер должен обладать актуальным набором цифровых компетенций, крайне необходимых для успешной профессиональной деятельности в эпоху цифровизации. Одна из характерных черт цифровизации – интеграция наук, что особенно проявляется в применении цифровых технологий. В связи с этим необходимо развивать цифровые компетенции обучающихся, используя дидактический потенциал межпредметной интеграции, осуществляемой в процессе информационно-математической подготовки инженеров. Цель работы – исследование реализации информационно-математической подготовки студентов технических вузов в условиях глобализации Индустрии 4.0. В статье анализируются контекстно-компетентностный и CDIO-подходы в организации учебного процесса в техническом университете. Новизна настоящего исследования: расширен научно-методический аппарат активизации деятельности студента при решении практико-ориентированных задач межпредметного содержания включением в процесс обучения оптимизационных задач «контекстного» содержания. Авторы рассматривают деятельность по решению оптимизационных задач «контекстного» содержания в качестве одного из условий развития цифровых навыков студента технического вуза. Проведенный теоретический анализ исследований по теме позволил определить дидактические возможности оптимизационных задач «контекстного» содержания и выделить цифровые технологии, применяемые для их решения. В статье приводится разработанная авторами методика развития цифровых компетенций будущих инженеров посредством системы оптимизационных задач «контекстного» содержания. Данное исследование инициирует возможные пути для продолжения исследований развития цифровых компетенций будущих инженеров технического профиля. Представленная авторами типология оптимизационных задач «контекстного» содержания может быть рекомендована широкому кругу профессорско-преподавательского состава информационных и математических кафедр технических университетов для использования в научно-методической и практической работе.

## Abstract

A modern highly qualified engineer must have an up-to-date set of digital competences that are essential for a successful professional career in the digital era. One of the characteristic features of digitization is the integration of sciences, which is especially evident in the use of digital technologies. In this regard, it is necessary to develop the digital competences of students, using the didactic potential of intersubject integration carried out in the process of information and mathematical training of engineers. The purpose of the work is to study the implementation of information and mathematical training of students from technical universities under the conditions of the globalization of Industry 4.0. The article analyzes the contextual competence-oriented and CDIO approaches in organizing the educational process at a technical university. The novelty of this research: the scientific and methodological apparatus for enhancing the student's activity in solving practice-oriented problems of interdisciplinary content has been expanded by including the optimizing tasks of "contextual" content in the learning process. The authors consider the activity of solving the optimizing tasks of "contextual" content as one of the conditions for the development of digital skills for a student of a technical university. The conducted theoretical analysis of research works on the topic made it possible to highlight the didactic opportunities of the optimizing tasks of "contextual" content and to highlight the digital technologies used to solve them. The article provides a methodology for the development of digital competences of future engineers worked out by the authors through a system of optimization tasks of "contextual" content. This study initiates possible prospects for further research on the development of digital competences for future engineers. The variant of the typology of the optimizing tasks of "contextual" content presented by the authors should be recommended to a wide range of teaching staff of information and mathematical departments of technical universities for using in scientific, methodological and practical work.

## Ключевые слова

цифровые компетенции, инженерное образование, контекстное обучение, задача оптимизации «контекстного» содержания, информационно-математическое моделирование, самостоятельная работа студента

## Key words

digital competences, engineering education, contextual learning, task of "contextual" content optimization, information and mathematical modeling, students' independent work

## Введение / Introduction

Повсеместное внедрение цифровых технологий на современном этапе развития общества, обусловленное стремительным переходом к цифровой Индустрии 4.0, повлекшей за собой существенную трансформацию всех сфер экономики и производства, требует наличия развитых цифровых навыков у современного специалиста как одного из условий его успешного трудоустройства. Цифровизация в значительной степени способствует переосмыслению и трансформации подготовки студентов, поскольку влечет за собой изменение требований к специалистам, в том числе инженерного профиля, многие виды деятельности которых в дальнейшем будут подвержены автоматизации и роботизации.

В свою очередь, следствием цифровизации образования становится существенное изменение требований к предметным областям науки и образования. Так, например,

возрастают требования к уровню математической подготовки выпускников школ и вузов. По мнению В. П. Прокопьева, для успешного развития цифровой экономики уже в школе «следует выделять тех, кто способен работать в области математики, механики, в разработке информационно-компьютерных технологий» [1]. О важности математического образования говорится в Послании Президента Федеральному собранию: «Необходимо закрепить превосходство отечественной математической школы. Это сильное конкурентное преимущество в эпоху цифровой экономики» [2].

С точки зрения требований к современному инженерному образованию при обучении математике в вузе необходимо иметь четкое представление не только о том, какие именно разделы математики нужно знать специалисту конкретной отрасли, но и о том, как научить его применять математические знания для решения задач современного производства, поскольку профессиональная подготовка специалистов инженерного профиля подразумевает не только получение ими новых математических знаний, но и воспитание у каждого из них «потребности и готовности к применению математических методов в профессиональной деятельности» [3].

Недостаточная эффективность использования традиционных методов обучения стимулирует оптимизацию существующих и поиск инновационных методик обучения для развития цифровых компетенций будущих инженеров. Усиление практической направленности обучения, а также интеграция (в том числе и междисциплинарная) теоретической и практической подготовки студентов выступают в качестве одного из вариантов решения данной проблемы. Использование идей контекстного подхода к обучению, выступающего связующим звеном в вопросах обеспечения естественных связей приобретаемых знаний с их практическим применением в будущей профессиональной деятельности выпускников вузов, становится одним из основных аспектов в организации образовательного процесса.

### Обзор литературы / Literature review

Обозначенные во введении работы процессы трансформации современного экономического общества, отражающиеся на развитии и изменении практически всех сфер его жизни, широко обсуждаются в научных трудах отечественных и зарубежных авторов.

В настоящее время к числу основных тенденций, наблюдаемых в организации образовательного процесса для подготовки будущих специалистов инженерной отрасли и отражающихся на выборе форм и методов работы со студентами, относят следующие.

1. Подход CDIO, концептуальные основы которого подробно изложены в работе Эдварда Ф. Кроули [4]. Коллектив авторов во главе с Э. Ф. Кроули под CDIO понимает «такой подход к инженерному образованию, который интегрирует личностные, межличностные и профессиональные навыки с дисциплинарными техническими знаниями с целью подготовить инженера, способного к инновациям и предпринимательству. Инженерное образование ставится в контекст инженерной деятельности, которая включает планирование, проектирование, производство и применение (Conceiving, Designing, Implementing and Operating – CDIO), т. е. полный жизненный цикл инженерных процессов, продуктов и систем» [5].

Н. Куптастиен приводит пример практической реализации концепции CDIO, предлагая совместно с соавторами «разработку интегрированного учебного плана для программ промышленной инженерии в рамках инициативы CDIO, созданного на основе исследования потребностей крупных промышленных компаний, принимающих на работу выпускников RMUTT» (Rajamangala University of Technology Thanyaburi – Технологический университет Раджамангалы Таннябури, Таиланд) [6].

А. И. Чучалин отмечает, что применительно к российской системе образования подход CDIO был «усовершенствован и доведен до уровня CDIO++, по сути, адаптирован к задачам магистратуры и аспирантуры, с целью подготовки выпускников к инновационной и исследовательской инженерной деятельности» [7]. Кроме того, автор обращает внимание на то, что «наряду со стандартами CDIO имеют место стандарты FCDI (Прогнозирование, Планирование, Проектирование, Производство) и FFCD (Предвидение, Прогнозирование, Планирование, Проектирование) в контексте инновационной и исследовательской инженерной деятельности» [8]. Р. А. Долженко приводит комплекс рекомендаций и описывает алгоритм для внедрения подхода CDIO к деятельности российских вузов [9].

2. Проблемно-проектное обучение (PBL), основанное на понимании того, что отправной точкой для процесса обучения является проблема, помещаемая в определенный контекст, основанный на опыте учащихся [10]. PBL-обучение – это студентоцентрированное обучение, которое, как отмечает Т. Романова, «подразумевает получение студентами теоретических знаний и практических навыков в процессе взаимодействия с реальной проблемой» [11]. Е. Головенко обращает внимание на то, что главной особенностью этой модели обучения «является развитие способности самостоятельного обучения и креативного подхода в решении проблем, а не разрешение самой проблемы» [12]. Как отмечают К. Эдстрем и А. Колмос, подходы PBL и CDIO в инженерном образовании, несмотря на ряд концептуальных различий, могут «играть совместимые и взаимоукрепляющие роли» [13].

3. STEM-технология – это «интегрированный подход к обучению, в рамках которого академические научно-технические концепции изучаются в контексте реальной жизни» [14]. В основе STEM-образования лежат междисциплинарный и прикладной подходы, а к числу основных изучаемых дисциплин относятся наука, техника, инженерное дело и математика. Как отмечает О. Н. Лазарева, существенным отличием STEM-технологии от проектной является то, что деятельность обучаемых «носит характер инженерного проектирования, подразумевающего получение конкретного (практического) результата» [15].

Внедрение в процесс обучения перечисленных технологий в настоящее время осуществляется в контексте цифровизации образования и направлено на развитие цифровых компетенций будущих специалистов инженерного профиля.

А. Сков, говоря о цифровых компетенциях, отмечает, что потребность в их развитии возникла одновременно с развитием цифровых технологий, а их значимость и содержание подвержены постоянному изменению в соответствии с развитием новых технологий и их применением на практике [16].

К. Рицца рассматривает «цифровые компетенции как общий термин, используемый для того, чтобы описать или объяснить способность гражданина, ученика, учителя и т. д. к использованию информационных технологий (ИТ) в определенном контексте» [17].

Е. Рольф, О. Кнутссон и Р. Рамберг, проводя анализ характеристик учебной деятельности учащихся и представлений учителей об использовании цифровых технологий в обучении, обращают внимание на преобладание информационных компетенций (компетенций информационной грамотности), а также компетенций коммуникации и сотрудничества [18].

В работе авторов настоящей статьи представлен анализ цифровых компетенций, развитие которых у будущих специалистов инженерной отрасли осуществляется средствами информационно-математического моделирования [19].

Наиболее детально модель цифровых компетенций, структурно включающая в себя 21 цифровую компетенцию, распределенную по пяти взаимосвязанным областям жизни человека в современном мире, описана в отчете Европейской комиссии Industry 4.0 [20].

А. А. Вербицкий, анализируя риски и перспективы цифровизации образования, отмечает, что «научной основой, к которой может быть “привязана” цифровизация обучения, в наибольшей мере способна стать психолого-педагогическая теория контекстного образования», сущность которой заключается в том, что «обучение и воспитание, в котором на языке наук и посредством всей системы педагогических технологий, традиционных и новых, включая цифровые, в образовательной деятельности последовательно моделируется предметно-технологическое, социальное и морально-нравственное содержание социопрактической (школьник) или профессиональной (студент) деятельности» [21]. Именно контекстное обучение, по мнению его автора, выступает в качестве «концептуальной основы для интеграции разнообразных видов деятельности студентов (учебной, научной, практической)» [22]. Кроме того, как отмечает В. Г. Калашников, контекстный подход выступает той самой методологией, которая способна «объединить разнородные концепции и практики на едином основании, не теряя при этом своеобразия каждой из них» [23].

При практической реализации контекстного подхода происходит своеобразное «погружение» учащихся в ситуацию, максимально приближенную к будущей профессиональной деятельности, постановка перед ними задач, для решения которых им необходимо привлечь знания из смежных дисциплин. В случае математической подготовки, как отмечает М. С. Горбузова, речь идет о задачах, контекст которых «обеспечивает подлинные условия для использования математики и ее методов при решении, оказывая влияние на само решение и его интерпретацию» [24].

Совмещая понятия «контекстная задача» и «цифровые компетенции», развитие которых осуществляется в процессе информационно-математической подготовки будущих инженерных кадров, следует особый акцент сделать на развитии компетенций, относящихся к пониманию возможностей и рисков применения новых технологий и связанных с решением задач теории оптимизации, поскольку решение именно оптимизационных задач является одной из основных в деятельности инженеров. Алан Р. Паркинсон, Ричард Дж. Баллинг и Джон Д. Хеденгрэн отмечают особую значимость теории оптимизации и ее приложений в профессиональном становлении инженера технического профиля [25]. На этом аспекте также акцентируют внимание М. М. Куваева и Ш. Р. Мусин, обосновывая «актуальность обучения будущих бакалавров технических направлений эвристическим приемам решения технических задач», подчеркивая при этом, что «основным содержанием деятельности будущих бакалавров является разработка новых и/или оптимизация существующих инженерных решений» [26].

По результатам проведенного анализа литературы выделим следующие основные направления в решении поставленных в настоящем исследовании вопросов:

- на основе передовых технологий обучения, актуальных для современного этапа развития образования, происходит адаптация существующих подходов к организации процесса преподавания дисциплин информационно-математического цикла;
- реализация контекстного подхода к обучению будущих инженеров сопровождается включением в процесс обучения контекстных задач, направленных на развитие цифровых компетенций студентов.



## Методологическая база исследования / Methodological base of the research

В качестве теоретической и методологической базы настоящего исследования выступают фундаментальные научные исследования отечественных и зарубежных ученых по вопросам преподавания математических дисциплин (А. Н. Колмогоров, Л. Д. Кудрявцев, Б. Я. Советов, В. А. Далингер, В. А. Тестов и др.) и информатики (Н. Винер, М. П. Лапчик, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер и др.), позволившие раскрыть дидактические возможности контекстных задач, в том числе и задач теории оптимизации, при изучении дисциплин в области информатики и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

На основе анализа исследований в области формирования и развития цифровых компетенций (М. М. Батова, Т. А. Гилева, К. Ризза, А. Сков и др.) разработана методика применения контекстных задач и обосновано их влияние на развитие цифровых компетенций будущих инженеров.

Реализация междисциплинарного обучения будущих инженеров осуществляется на основе CDIO- (Э. Ф. Кроули, Й. Малмквист, А. И. Чучалин и др.) и контекстно-компетентностного подходов к обучению (В. И. Байденко, И. А. Зимняя, А. А. Вербицкий, В. Г. Калашников и др.), что позволяет в качестве деятельностной основы обучения выделить решение оптимизационных задач «контекстного» содержания.

## Результаты исследования / Research results

Опираясь на результаты проведенного анализа существующих в настоящее время технологий обучения, направленных на развитие цифровых компетенций, которыми должны обладать специалисты современной инженерной отрасли, авторами настоящей статьи была поставлена задача поиска форм и средств обучения, направленных на достижение поставленных целей. В основу разрабатываемой нами методики обучения дисциплинам «Математика» и «Информатика» студентов инженерных специальностей вузов была положена технология контекстного обучения, реализуемая включением в процесс обучения контекстных задач, выступающих в качестве основного средства развития цифровых компетенций студентов.

Как известно, освоение содержания математических и естественно-научных дисциплин выступает в качестве неотъемлемой части непрерывной профессиональной подготовки будущих инженеров. Одним из важнейших в прикладном отношении разделов математики для будущих специалистов инженерной отрасли является теория оптимизации, идеи и методы которой находят применение при решении целого ряда проблем и задач, связанных с проектированием систем и их составных частей; планированием и анализом функционирования уже созданных объектов и систем; с инженерным анализом и обработкой информации; с управлением динамическими системами и т. д. На значимость методов оптимизации в принятии инженерных решений обращает внимание М. В. Новиков [27]. И. И. Кочегаров, Н. В. Горячев, А. К. Гришко приводят пример постановки одной из задач оптимизации, связанной с определением оптимальной компоновки элементов на печатном узле конструкции радиоэлектронных средств, и ее последующего решения [28].

Во всех вышеперечисленных примерах речь идет в первую очередь о практическом решении задач, возникающих в области будущих профессиональных интересов студентов, что является актуальным для целей современного образовательного процесса, поскольку в настоящее время основной акцент в обучении сделан на то, чтобы

научить студентов применять полученные знания на практике в своей будущей профессиональной деятельности. В связи с этим на первый план выходят практико-ориентированные технологии обучения как важнейшие составляющие в решении вопросов, связанных с формированием и развитием профессиональных компетенций студентов. Одной из таких технологий выступает контекстный подход.

В качестве базовых форм деятельности в соответствии с технологией контекстного обучения выделяют: 1) *учебную деятельность* (реализуется при проведении лекций и семинаров); 2) *квазипрофессиональную* (имеет место при организации и проведении занятий игрового типа, спецкурсов и спецсеминаров); 3) *учебно-профессиональную* (проявляется в процессе научно-исследовательской работы студентов, производственной практике, курсовом проектировании, выполнении выпускных квалификационных работ – ВКР).

Для того чтобы продемонстрировать, каким образом контекстные задачи оказывают влияние на развитие цифровых компетенций будущих инженеров, выделим из приведенной в отчете Европейской комиссии модели цифровых компетенций, упомянутой в разделе, посвященном обзору литературных источников настоящей статьи, те из них, которые связаны с пониманием возможностей и рисков применения новых технологий, с владением методами управления информационными процессами. Согласно Э. Рольф, О. Кнутссону и Р. Рамбергу, в этом случае речь идет о компетенциях «*в области информации и данных (Information and data literacy)*», обозначающих способность к обзору, поиску, фильтрации, оценке и управлению данными, информацией и цифровым контентом» [29]. Поскольку указанные умения необходимы в процессе решения задач оптимизации, решаемыми как при изучении дисциплины «Математика», так и дисциплин информационного цикла, а оптимизационные задачи, в свою очередь, лежат в основе инженерной деятельности, объединим понятия «задача оптимизации» и «контекстная задача», рассмотрев обобщенное понятие «*оптимизационная задача контекстного содержания*» междисциплинарного характера [30]. Следует отметить, что подобные задачи в процессе своего решения «*требуют построения математической модели задачи, затем ее трансформации в информационно-математическую модель и построения компьютерной модели методами и средствами ИКТ*» [31].

В соответствии с моделью цифровых компетенций, описанной в отчете Европейской комиссии Industry 4.0, соотнесем решение оптимизационных задач контекстного содержания с развитием следующих цифровых компетенций:

*«компетенция в области информации и данных (Information and data literacy)*

*компетенция в области создания цифрового контента (Digital content creating)*

*компетенция в области решения проблем (Problem solving)*

способность к обзору, поиску, фильтрации, оценке и управлению данными, информацией и цифровым контентом  
 способность к развитию, интеграции и переработке цифрового контента; программированию  
 способность к решению технических проблем, связанных с цифровыми технологиями; идентификации потребностей и технологических решений; креативному использованию цифровых технологий в инновационных процессах; выявлению «пробелов» в цифровых компетенциях и возможности для саморазвития, чтобы быть актуальным в цифровой эволюции» [32].

### Типология оптимизационных задач «контекстного» содержания для инженеров технического профиля

<i>Вид профессиональной деятельности инженера</i>	<i>Тип задачи оптимизации<sup>1</sup></i>	<i>Краткая характеристика контекста задачи</i>	<i>Развиваемые цифровые компетенции</i>
Организационно-управленческая	Задачи линейного программирования (задача оптимального распределения ресурсов; транспортная задача)	Выявление перспективных для заданных условий способов, стратегий и тенденций развития конструкций оборудования, способных обеспечить высокий уровень механизации работ при минимальном влиянии внешних факторов	Компетенция в области информации и данных, компетенция в области создания цифрового контента, компетенция в области решения проблем
Проектно-конструкторская	– Задачи линейного программирования (задача распределения ресурсов); – задачи динамического программирования (задача оптимального резервирования)	Детерминация и оптимизация неизвестных параметров проектируемых технических объектов; составление информационно-математической модели, исследование которой позволяет установить пути проектирования структуры технического объекта при известных требованиях к ней, а также получить нужные характеристики на выходе, отвечающие требованиям оптимальности ее функционирования	Компетенция в области создания цифрового контента, компетенция в области решения проблем
Научно-исследовательская	Задача целочисленного программирования (задача оптимального распределения автомобилей на маршрутах)	Проведение испытаний моделей технических объектов с целью принятия решения об их оптимальном функционировании. Зачастую экспериментальная часть реализуется с использованием программно-аппаратных комплексов и цифровых технологий	Компетенция в области создания цифрового контента, компетенция в области решения проблем
Производственно-технологическая	Задачи динамического программирования (выбор оптимальной стратегии замены оборудования)	Обработка числовых значений параметров, рассматриваемых конструкций, механизмов и систем с целью получения оптимальных для их функционирования в различных условиях значений. Анализ агрегированных данных, собранных в результате большого количества испытаний, которые проведены над данным объектом в тех или иных условиях	Компетенция в области информации и данных, компетенция в области создания цифрового контента, компетенция в области решения проблем

<sup>1</sup> *Примечание.* Выделенные типы задач (см. таблицу) в соответствии с контекстом могут интегрироваться в другие виды деятельности инженера технического профиля. Например, задача линейного программирования в определенных условиях может относиться также к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности будущего инженера.



Согласно представленной нами в работе типологии интегрированных учебных задач, «оптимизационные задачи контекстного содержания» междисциплинарного характера следует отнести к группе задач на аналитику и вычисление данных [33]. На данный момент известно множество типов оптимизационных задач. Ввиду специфики нашей работы нам необходимо определить именно те типы и виды оптимизационных задач для будущего инженера, которые этот специалист будет использовать в своей предстоящей профессиональной деятельности.

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.

Таким образом, в основу разработанной типологии оптимизационных задач «контекстного» содержания положен функциональный признак задачи, который в выделенных видах профессиональной деятельности будущих инженеров технического профиля отражает функцию управления техническим объектом (см. таблицу выше).

Согласно представленной типологии оптимизационных задач контекстного содержания для инженеров технического профиля (см. таблицу), рассмотрим некоторые примеры их решения. В качестве первого примера рассмотрим решение такого типа задачи линейного программирования, как задача о распределении ресурсов на производстве (рис. 1), решаемого с помощью библиотек SciPy и PuLP языка программирования Python (см. рис. 2, 3). Обе программы были реализованы в среде Anaconda <sup>2</sup>.

Ввод [ ]: Задача о распределении ресурсов на производстве

Ввод [ ]: Фабрика производит четыре различных продукта, ежедневное количество 1-го продукта составляет  $x_1$ , 2-го продукта –  $x_2$  и т.д. Цель: определить максимальную прибыль ежедневного объема производства для каждого продукта с учетом следующих условий:

- прибыль (profit) на единицу продукта составляет 20, 12, 40 и 25 евро для каждого из четырех продуктов соответственно;
- из-за нехватки рабочей силы (manpower) общее количество единиц, производимых в день, не может превышать 50;
- на каждую единицу 1-го продукта расходуется 3 единицы сырья А. Каждая единица 2-го продукта требует 2 единиц сырья А и 1 единицы сырья В. Каждой единице 3-го продукта требуется 1 единица А и 2 единицы В. Наконец, каждая единица 4-го продукта требует трех единиц В.
- из-за ограничений по транспортировке и хранению фабрика может потреблять до 100 единиц сырья А и 90 единиц В в день.

Математическую модель можно определить так:

$$\begin{aligned} \max \quad & 20x_1 + 12x_2 + 40x_3 + 25x_4 \quad (\text{profit}) \\ \text{s.t.:} \quad & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 50 \quad (\text{manpower}) \\ & 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 100 \quad (\text{material A}) \\ & x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 90 \quad (\text{material B}) \\ & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{aligned}$$

Ввод [ ]: Целевая функция (прибыль) определяется в условии 1. Ограничение рабочей силы следует из условия 2. Ограничения на сырье А и В могут быть получены из условий 3 и 4 путем суммирования потребностей в сырье для каждого продукта. Количество продуктов не может быть отрицательным.

Рис. 1. Исходные данные транспортной задачи

<sup>2</sup> Anaconda – это диспетчер пакетов с открытым исходным кодом, диспетчер среды и дистрибутив языков программирования Python и R для научных вычислений. Эта среда широко используется для анализа данных, машинного обучения, обработки больших данных, научных, в том числе инженерных, вычислений и предиктивной аналитики.

```

Ввод [2]: # Импорт scipy.optimize.linprog()
          from scipy.optimize import linprog

Ввод [3]: # Извлекаем необходимые векторы и матрицу из задачи.
obj = [-20, -12, -40, -25]
lhs_ineq = [[1, 1, 1, 1], # Рабочая сила
            [3, 2, 1, 0], # Материал А
            [0, 1, 2, 3]] # Материал В
rhs_ineq = [ 50, # Рабочая сила
            100, # Материал А
            90] # Материал В

# Передаем извлеченные данные в качестве аргументов в linprog()
# Параметр method определяет используемый алгоритм линейного программирования - измененный двухфазный симплекс-метод
# linprog() возвращает структуру данных со следующими атрибутами:
# .con - остатки ограничения-равенства;
# .fun - оптимальное значение целевой функции (если найдено);
# .message - словесный статус решения;
# .nit - количество итераций, необходимых для завершения расчета;
# .slack - значения так называемых дополнительных переменных - разниц между значениями левой и правой сторонами ограничений;
# .status - целое число от 0 до 4, отражающих результат решения: например, 0, когда было найдено оптимальное решение;
# .success - логическое значение, показывающее, найдено ли оптимальное решение;
# .x - массив NumPy, содержащий оптимальные значения переменных решения.
opt = linprog(c=obj, A_ub=lhs_ineq, b_ub=rhs_ineq,
              method="revised simplex")
opt

Out[3]: con: array([], dtype=float64)
        fun: -1900.0
        message: 'Optimization terminated successfully.'
        nit: 2
        slack: array([ 0., 40., 0.])
        status: 0
    
```

Рис. 2. Решение задачи линейного программирования с помощью библиотеки SciPy

```

Ввод [6]: # Импорт scipy.optimize.Linprog()
          from pulp import LpMaximize, LpProblem, LpStatus, lpSum, LpVariable

Ввод [7]: # Определяем модель
model = LpProblem(name="resource-allocation", sense=LpMaximize)
# Описываем переменные
x = {i: LpVariable(name=f"x{i}", lowBound=0) for i in range(1, 5)}
# Добавляем ограничения
model += (lpSum(x.values()) <= 50, "manpower")
model += (3 * x[1] + 2 * x[2] + x[3] <= 100, "material_a")
model += (x[2] + 2 * x[3] + 3 * x[4] <= 90, "material_b")
# Описываем цель
model += 20 * x[1] + 12 * x[2] + 40 * x[3] + 25 * x[4]
# Решение задачи оптимизации
status = model.solve()
# Вывод результатов решения
print(f"status: {model.status}, {LpStatus[model.status]}")
print(f"objective: {model.objective.value()}")
for var in x.values():
    print(f"{var.name}: {var.value()}")
for name, constraint in model.constraints.items():
    print(f"{name}: {constraint.value()}")

status: 1, Optimal
objective: 1900.0
x1: 5.0
x2: 0.0
x3: 45.0
x4: 0.0
manpower: 0.0
material_a: -40.0
material_b: 0.0
    
```

Рис. 3. Решение задачи линейного программирования с помощью библиотеки PuLP

Решение задачи с помощью пакета PuLP согласуется с теми результатами, которые получили посредством пакета SciPy. Сравнивая полученные решения, можем получить следующий вывод: наиболее оптимальная стратегия – производство в день пяти единиц 1-го продукта и 45 единиц 3-го.

Классический пример постановки и решения транспортной задачи посредством надстройки «Поиск решения», которая интегрирована в электронную таблицу Excel, представлен ниже на рисунках (см. рис. 4–7). Следует отметить, что электронные таблицы – наиболее доступный, несложный инструмент для решения задач теории оптимизации.

Предприятия	Потребители					Объемы производства в день
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>	
A <sub>1</sub>	3,2	3	2,35	4	3,65	235
A <sub>2</sub>	3	2,85	2,5	3,9	3,55	175
A <sub>3</sub>	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4	185
A <sub>4</sub>	4	2	2,1	4,1	3,4	175
Потребности	125	160	60	250	175	

Рис. 4. Исходные данные транспортной задачи

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Предприятия	Пункты потребления						
2		В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>		
3	A <sub>1</sub>	3,2	3	2,35	4	3,65		
4	A <sub>2</sub>	3	2,85	2,5	3,9	3,55		
5	A <sub>3</sub>	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4		
6	A <sub>4</sub>	4	2	2,1	4,1	3,4		
7								
8								
9								
10	Предприятия	Пункты потребления					Ограничения 2	Объем производства
11		В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>		
12	A <sub>1</sub>						=СУММ(B12:F12)	235
13	A <sub>2</sub>						=СУММ(B13:F13)	175
14	A <sub>3</sub>						=СУММ(B14:F14)	185
15	A <sub>4</sub>						=СУММ(B15:F15)	175
16	Ограничения 1	=СУММ(B12:B15)	=СУММ(C12:C15)	=СУММ(D12:D15)	=СУММ(E12:E15)	=СУММ(F12:F15)		
17		Потребность продуктов						
18		125	160	60	250	175		
19								
20	Целевая функция	=СУММПРОИЗВ(B3:F6;B12:F15)						

Рис. 5. Оформление исходных данных транспортной задачи

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Рис. 6. Диалоговое окно «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Предприятия	Пункты потребления						
2		$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$		
3	$A_1$	3,2	3	2,35	4	3,65		
4	$A_2$	3	2,85	2,5	3,9	3,55		
5	$A_3$	3,75	2,5	2,4	3,5	3,4		
6	$A_4$	4	2	2,1	4,1	3,4		
7								
8								
9								
10	Предприятия	Пункты потребления					Ограничения 2	Объем производства
11		$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$		
12	$A_1$	0	0	60	31	144	235	235
13	$A_2$	125	0	0	34	16	175	175
14	$A_3$	0	0	0	185	0	185	185
15	$A_4$	0	160	0	0	15	175	175
16	Ограничения 1	125	160	60	250	175		
17		Потребность продуктов						
18		125	160	60	250	175		
19								
20	Целевая функция	2373,5						

Рис. 7. Окончательный вид решения транспортной задачи

Следует отметить, что применение контекстных задач в процессе информационно-математической подготовки студентов инженерно-технических специальностей во многом способствует повышению познавательной активности студентов, позволяет достичь «определенного уровня метапредметных знаний, проявляющегося в рациональном восприятии и понимании интеграционной роли взаимодействия информационных процессов информатики и математики, ее идей и методов в решении профессиональных задач, в умении применять полученные знания в будущей профессиональной деятельности» [36].

### Заключение / Conclusion

1. Проектирование и реализация образовательного процесса будущих инженеров на базе технологии контекстного обучения с использованием ИКТ способствуют максимальному приближению содержания (или контекста) и процесса учебной деятельности студентов к их предстоящей профессиональной деятельности.

2. Приведена типология оптимизационных задач «контекстного» содержания для подготовки инженеров технического профиля, в основу которой положен вид профессиональной деятельности студентов. Проанализировано влияние таких задач на развитие цифровых компетенций студентов.

3. Приведены примеры междисциплинарных оптимизационных задач «контекстного» содержания для практических и лабораторных занятий, а также используемых при организации самостоятельной работы студентов при изучении математических дисциплин и дисциплин в области информатики и ИКТ.

4. Полученные результаты могут быть использованы на практике преподавателями вузов при подготовке студентов инженерных специальностей в рамках дисциплин информационно-математического цикла.

Перспективы исследования заключаются в продолжении исследования и развития темы междисциплинарной интеграции в контексте информационно-математической подготовки будущих инженеров для развития их цифровых компетенций в соответствии с концепцией непрерывного образования в течение всей жизни в эпоху цифровизации.

### Ссылки на источники / References

1. Прокопьев В. П. Математическое образование – необходимое условие для развития цифровой экономики // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2018. – Т. 1. – С. 53–55.
2. Послание Президента Федеральному Собранию. – 2018. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/56957>.
3. Коньшева А. В. Специфика математической и естественнонаучной подготовки инженерно-технических кадров в вузе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – № 10 (октябрь). – С. 131–135. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/15361.htm>.
4. Кроули Э., Мальмквист Дж., Остлунд С. и др. Переосмысление инженерного образования, подход CDIO. – Второе издание. – Springer, 2014. [Перевод на русский язык С. Рыбушкина; под ред. А. Чучалина. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. – 504 с.]
5. Там же.
6. Kuptasthien N., Triwanapong S., Kanchana R. Разработка интегрированного учебного плана для программ промышленной инженерии в рамках инициативы CDIO // Инженерное образование. – 2014. – № 16. – С. 30–39.
7. Чучалин А. И. Модернизация трёхуровневого инженерного образования на основе ФГОС 3 + + и CDIO + + // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 4. – С. 23.
8. Там же.
9. Долженко Р. А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – № 2(46). – С. 104–108. – DOI 10.21440/2307-2091-2017-2-104-108.



10. Edström K., Kolmos A. PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development // *European Journal of Engineering Education*. – 2014. – Vol. 39(5). – P. 544.
11. Романова Т. Думай как инженер. Тренды инженерного образования. – URL: <https://files.mai.ru/site/cloud/Education.pdf>.
12. Головенко Е. PBL: что скрывается за этой аббревиатурой? – URL: <https://blog.maximumtest.ru/post/pbl-chto-za-etim-stoit.html>.
13. Edström K., Kolmos A. Op. cit. – P. 539.
14. Меланьина А. А. STEM технология как ресурс для повышения качества профильного образования // *Мектеп. Педагогический журнал Казахстана*. – 2021. – URL: <https://mektepzhurnal.kz/baza-materialov/informatika/stem-texnologiya-kak-resurs-dlya-povyisheniya-kachestva-profilnogo-obrazovaniya>.
15. Лазарева О. Н., Черепанова Е. Ю. STEAM как инновационная технология творческого развития детей в процессе естественно-научного образования // *Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с дистанционным и международным участием, Ульяновск, 19–20 декабря 2019 года* / отв. ред. А. Ю. Нагорнова. – Ульяновск: ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2019. – С. 54–57.
16. Skov A. What is digital competence? – 2016. – URL: <https://digital-competence.eu/front/what-is-digital-competence/>
17. Rizza C. Digital Competences // *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. – 2014. – 1614–1619. 10.1007/978-94-007-0753-5\_731.
18. Rolf E., Knutsson O., Ramberg R. An analysis of digital competence as expressed in design patterns for technology use in teaching // *British Journal of Educational Technology*. – 2019. – 50(1). – P. 3361–3375. – URL: <https://doi.org/10.1111/bjet.12739>.
19. Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Развитие цифровых компетенций будущих инженеров средствами информационно-математического моделирования // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. – 2021. – № 3 (март). – С. 71–85. – URL: <http://e-koncept.ru/2021/211015.htm>. DOI 10.24412/2304-120X-2021-11015.
20. Аналитический отчет «Обучение цифровым навыкам: модели цифровых компетенций». – 2018. – URL: [http://obzory.hr-media.ru/cifrovye\\_navyki\\_sotrudnika](http://obzory.hr-media.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika).
21. Вербицкий А. А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // *Электронный научно-публицистический журнал “Homo Cyberus”*. – 2019. – № 1(6). – URL: [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019).
22. Вербицкий А. А. Контекстное обучение: теория и технологии // *Новые методы и средства обучения. Педагогические технологии контекстного обучения* / под ред. А. А. Вербицкого. – М.: Знание, 1994. – № 2 (16). – С. 3–57.
23. Калашников В. Г. Метод контекстного анализа в методологии контекстного подхода // *Педагогика и психология образования*. – 2018. – № 2. – С. 49.
24. Горбузова М. С., Смыковская Т. К. Типология контекстных задач и систем контекстных задач по информационным технологиям // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 1-1. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17848>.
25. Parkinson A. R., Balling R. J., Hedengren J. D. Optimization Methods for Engineering Design. Applications and Theory. – Brigham Young University, 2013. – URL: [https://apmonitor.com/me575/uploads/Main/optimization\\_book.pdf](https://apmonitor.com/me575/uploads/Main/optimization_book.pdf).
26. Куваева М. М., Мусин Ш. Р. Обучение будущих бакалавров технических направлений эвристическим приемам решения технических задач // *Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: в 2 т. Сибай, 14–16 ноября 2019 года*. – Сибай: Сибайский информационный центр-филиал ГУП РБ Издательский дом «Республика Башкортостан», 2019. – С. 353–355.
27. Новиков М. В. Методы оптимизации инженерных решений // *Известия ТРТУ*. – 1995. – № 1(1). – С. 100.
28. Кочегаров И. И., Горячев Н. В., Гришко А. К. Выбор оптимального варианта построения электронных средств // *Вестник Пензенского государственного университета*. – 2015. – № 2(10). – С. 153–159.
29. Rolf E., Knutsson O., Ramberg R. Op. cit.
30. Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Применение цифровых технологий в процессе решения некоторых контекстных задач теории оптимизации // *Образование. Транспорт. Инновации. Строительство: сб. материалов IV Национальной науч.-практ. конф.* – Омск, 2021. – С. 874–879.
31. Там же.
32. Vuorikari R., Punie Y., Carretero Gomez S. et al. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN, 2016. – DOI: 10.2791/11517 – URL: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254\\_digcomp%202.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf/](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254_digcomp%202.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf/)
33. Dalingier V. A., Moiseeva N. A., Polyakova T. A. 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)*. – France, Atlantis Press, 2020. – P. 593–598. DOI: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200509.108>.

34. Stojiljković M. Hands On Linear Programming: Optimization With Python. – 2020. – URL: <https://realpython.com/linear-programming-python/>
  35. Программа доп. образования «Математическая оптимизация в Python для инженеров». – URL: [http://fedu.skoltech.ru/engineering\\_optimization](http://fedu.skoltech.ru/engineering_optimization).
  36. Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Применение цифровых технологий в процессе решения некоторых контекстных задач теории оптимизации.
- 
1. Prokop'ev, V. P. (2018). "Matematicheskoe obrazovanie – neobходимое uslovie dlya razvitiya cifrovoy ekonomiki" [Mathematical education is a necessary condition for the development of the digital economy] , *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo*, t. 1, pp. 53–55 (in Russian).
  2. (2018). *Poslanie Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu*. [Message from the President to the Federal Assembly] Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/56957> (in Russian).
  3. Konysheva, A. V. (2015). "Specifika matematicheskoy i estestvennonauchnoy podgotovki inzhenerno-tekhnicheskikh kadrov v vuze [ Specificity of mathematical and natural science training of engineering and technical personnel at a university], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 10, pp. 131–135. Available at: <http://e-koncept.ru/2015/15361.htm> (in Russian).
  4. Krouli, E., Mal'mkvist, Dzh., Ostlund, S. et al. (2014). *Pereosmyslenie inzhenerenogo obrazovaniya, podhod CDIO* [Rethinking engineering education, the CDIO approach] , Springer. [Perevod na russkij yazyk: (2015). Dom Vysshej shkoly ekonomiki. Moscow, 504 p.] (in Russian).
  5. Ibid.
  6. Kuptasthien, N., Triwanapong, S. & Kanchana, R. (2014). "Razrabotka integrirovannogo uchebnogo plana dlya programm promyshlennoj inzhenerii v ramkah iniciativy CDIO" [Development of an integrated curriculum for industrial engineering programs as part of the CDIO initiative], *Inzhenernoe obrazovanie*, № 16, pp. 30–39 (in English).
  7. Chuchalin, A. I. (2018). "Modernizaciya tryohurovnevnogo inzhenerenogo obrazovaniya na osnove FGOS 3++ & CDIO++ [Modernization of three-level engineering education based on the Federal State Educational Standard 3 + + and CDIO + +] , *Vysshee obrazovanie v Rossii*, t. 27, № 4, pp. 22–32 (in Russian).
  8. Ibid.
  9. Dolzhenko, R. A. (2017). "Konceptiya CDIO kak osnova inzhenerenogo obrazovaniya: promezhutochnye itogi i napravleniya dal'nejshego ispol'zovaniya v Rossii" [The concept of CDIO as the basis of engineering education: interim results and directions for further use in Russia ] , *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*, № 2(46), pp. 104–108, DOI: 10.21440/2307-2091-2017-2-104-108 (in Russian).
  10. Edström, K. & Kolmos, A. (2014). "PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development", *European Journal of Engineering Education*, t. 39(5), pp. 539–555 (in English).
  11. Romanova, T. *Dumaj kak inzhener. Trendy inzhenerenogo obrazovaniya*. [Think like an engineer. Engineering Education Trends] Available at: <https://files.mai.ru/site/cloud/Education.pdf> (in Russian).
  12. Golovenko, E. (2019). *PBL: chto skryvaetsya za etoj abbreviaturuj?* [ PBL: What's Behind This Acronym?] Available at: <https://blog.maximumtest.ru/post/pbl-chto-za-etim-stoit.html> (in Russian).
  13. Edström, K. & Kolmos, A. (2014). Op. cit.
  14. Melan'ina, A. A. (2021). "STEM tekhnologiya kak resurs dlya povysheniya kachestva profil'nogo obrazovaniya" [STEM technology as a resource for improving the quality of specialized education] , *Mektep. Pedagogicheskij zhurnal Kazahstana*. Available at: <https://mektephurnal.kz/baza-materialov/informatika/stem-tekhnologiya-kak-resurs-dlya-povysheniya-kachestva-profilnogo-obrazovaniya> (in Russian).
  15. Lazareva, O. N. & Cherepanova, E. Yu. (2019). "STEAM kak innovacionnaya tekhnologiya tvorcheskogo raz-vitiya detej v processe estestvenno-nauchnogo obrazovaniya" [STEAM as an innovative technology for the creative development of children in the process of natural science education] , *Aktual'nye problemy sovremennogo obrazovaniya: opyt i innovacii: materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s dis-tancionnym i mezhdunarodnym uchastiem, Ul'yanovsk, 19–20 dekabrya 2019 g.* Izdatel'stvo "Zebra", Ul'yanovsk, pp. 54–57 (in Russian).
  16. Skov, A. (2016). *What is digital competence?* Available at: <https://digital-competence.eu/front/what-is-digital-competence/> (in English).
  17. Rizza, C. (2014). *Digital Competences. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*, pp. 1614-1619. 10.1007/978-94-007-0753-5\_731 (in English).
  18. Rolf, E., Knutsson, O. & Ramberg, R. (2019). "An analysis of digital competence as expressed in design patterns for technology use in teaching", *British Journal of Educational Technology*, 50(1): 3361–3375. Available at: <https://doi.org/10.1111/bjet.12739> (in English).
  19. Moiseeva, N. A. & Polyakova, T. A. (2021). "Razvitie cifrovyh kompetencij budushchih inzhenerov sredstvami informacionno-matematicheskogo modelirovaniya" [Development of digital competencies of future engineers by means

- of information and mathematical modeling], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 3, pp. 71–85. Available at: <http://e-koncept.ru/2021/211015.htm>. DOI 10.24412/2304-120X-2021-11015 (in Russian).
20. (2018). *Analiticheskij otchet "Obuchenie cifrovym navykam: modeli cifrovyyh kompetencij"* [Analytical report "Digital Skills Training: models of digital competences"] Available at: [http://obzory.hr-media.ru/cifrovye\\_navyki\\_sotrudnika](http://obzory.hr-media.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika). (in Russian)
21. Verbickij, A. A. (2019). "Cifrovoe obuchenie: problemy, riski i perspektivy" [Digital learning: problems, risks and prospects], *E'lektronnyj nauchno-publicisticheskij zhurnal "Homo Cyberus"*, №1(6). Available at: [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019) (in Russian).
22. Verbickij, A. A. (1994). "Kontekstnoe obuchenie: teoriya i tekhnologii" [Contextual learning: theory and technologies], *Novye metody i sredstva obucheniya. Pedagogicheskie tekhnologii kontekstnogo obucheniya*, №2 (16), pp. 3–57 (in Russian).
23. Kalashnikov, V. G. (2018). "Metod kontekstnogo analiza v metodologii kontekstnogo podhoda" [The method of contextual analysis in the methodology of the contextual approach], *Pedagogika i psihologiya obrazovaniya*, № 2, pp. 48–61 (in Russian).
24. Gorbuzova, M. S. & Smykovskaya, T. K. (2015). "Tipologiya kontekstnyh zadach i sistem kontekstnyh zadach po informacionnym tekhnologiyam" [Typology of contextual tasks and systems of contextual tasks in information technologies], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, № 1-1. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17848> (in Russian).
25. Parkinson, A. R., Balling, R. J. & Hedengren, J. D. (2013). *Optimization Methods for Engineering Design. Applications and Theory*, Brigham Young University, 208 p. Available at: [https://apmonitor.com/me575/uploads/Main/optimization\\_book.pdf](https://apmonitor.com/me575/uploads/Main/optimization_book.pdf) (in English).
26. Kuvaeva, M. M. & Musin, Sh. R. (2019). "Obuchenie budushchih bakalavrov tekhnicheskikh napravlenij evri-sticheskim priemam resheniya tekhnicheskikh zadach" [Teaching future bachelors in technical areas heuristic techniques for solving technical problems], *Ustojchivoe razvitie territorij: teoriya i praktika: materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 2-h tomah, Sibaj, 14–16 noyabrya 2019 goda*, Sibajskij informacionnyj centr-filial GUP RB Izdatel'skij dom "Respublika Bashkortostan", Sibaj, pp. 353–355 (in Russian).
27. Novikov, M. V. (1995). "Metody optimizacii inzhenernyh reshenij" [Methods for optimizing engineering solutions], *Izvestiya TRTU*, № 1(1), p. 100 (in Russian).
28. Kochegarov, I. I., Goryachev, N. V. & Grishko, A. K. (2015). "Vybor optimal'nogo varianta postroeniya elektronnyh sredstv" [Choosing the best option for building electronic tools], *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta*, № 2(10), pp. 153–159 (in Russian).
29. Rolf, E., Knutsson, O. & Ramberg, R. (2019). Op. cit.
30. Moiseeva, N. A. & Polyakova, T. A. (2021). "Primenenie cifrovyyh tekhnologij v processe resheniya nekotoryh kontekstnyh zadach teorii optimizacii" [Application of digital technologies in the process of solving some contextual problems of optimization theory], *Obrazovanie. Transport. Innovacii. Stroitel'stvo: sbornik materialov IV Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Izdatel'stvo SibADI, Omsk, pp. 874–879 (in Russian).
31. Ibid.
32. Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez, S. et al. (2016). "DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens", *Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN*, DOI: 10.2791/11517. Available at: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254\\_digcomp%202.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC101254/jrc101254_digcomp%202.0%20the%20digital%20competence%20framework%20for%20citizens.%20update%20phase%201.pdf) (in English).
33. Dalinger, V. A., Moiseeva, N. A. & Polyakov, 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)*, France, Atlantis Press, pp. 593–598. DOI: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200509.108> (in English).
34. Stojiljković, M. (2020). *Hands On Linear Programming: Optimization With Python*. Available at: <https://realpython.com/linear-programming-python/> (in English).
35. *Programma dop. obrazovaniya "Matematicheskaya optimizaciya v Python dlya inzhenerov"* [The additional educational program "Mathematical optimization in Python for engineers"]. Available at: [http://fedu.skoltech.ru/engineering\\_optimization](http://fedu.skoltech.ru/engineering_optimization) (in Russian).
36. Moiseeva, N. A. & Polyakova, T. A. (2021). *Primenenie cifrovyyh tekhnologij v processe resheniya nekotoryh kontekstnyh zadach teorii optimizacii*. [The use of digital technologies in the process of solving some contextual problems of optimization theory.]