



DOI: 10.22363/2312-8143-2026-27-1-37-48

EDN: GZUFOY

Научная статья / Research article

Автоматизация инженерных расчетов в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности

Е.Н. Трофимец^{ID✉}, Т.А. Селеменова^{ID}

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
✉ ezemifort@inbox.ru

История статьи

Поступила в редакцию: 12 октября 2025 г.

Доработана: 14 декабря 2025 г.

Принята к публикации: 20 декабря 2025 г.

Заявление о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Аннотация. Рассмотрены вопросы автоматизации инженерных расчетов в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности. Использован оптимизационный метод дифференциального исчисления в инженерных расчетах при решении задачи оперативной ликвидации последствий аварийной ситуации, поиска пропавших без вести членов экипажа судна в условиях ухудшения видимости. Приведена автоматизация инженерных расчетов средствами Mathcad и Excel. Представлены и описаны последовательные этапы инженерных расчетов в процессе решения задачи техносферной безопасности классическим методом дифференциального исчисления и при использовании математического пакета Mathcad, табличного процессора Excel. Обоснована эффективность вычислительных расчетов в процессах быстрого реагирования и принятия решений при чрезвычайных ситуациях. Аргументировано повышение уровня подготовки специалистов техносферной безопасности при внедрении цифровых технологий в инженерные расчеты. Отличительной особенностью данной работы является рассмотрение смоделированной чрезвычайной ситуации техногенного характера в рамках проведения межведомственного опытно-исследовательского учения «Безопасная Арктика» в российском городе Мурманске. Авторами предложена необходимость автоматизации контроля чрезвычайной ситуации техногенного характера в режиме реального времени по оптимальной освещенности области. Проведен анализ педагогических подходов и авторских методик решения профессионально ориентированных задач. Предложен рациональный подход к расчету освещенности области с применением производной. Оригинальность результата заключается в методике нахождения оптимальной высоты для освещенности области чрезвычайной ситуации, основанной на дифференциальном исчислении и сравнительном анализе графиков функций, полученных автоматизацией расчета для принятия оперативных мер реагирования. Основные результаты исследования позволяют повысить эффективность спасательной операции в условиях ухудшения видимости.

Ключевые слова: математическое моделирование, цифровизация, оптимизация, источник света, производная, Mathcad, Excel

© Трофимец Е.Н., Селеменова Т.А., 2026



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Вклад авторов

Трофимец Е.Н. — общая концепция исследования, научное руководство, написание текста, визуализация, верификация, валидация; Семенова Т.А. — написание текста, верификация, валидация. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

Для цитирования

Трофимец Е.Н., Семенова Т.А. Автоматизация инженерных расчетов в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2026. Т. 27. № 1. С. 37–48. <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2026-27-1-37-48> EDN: GZUFOY

Automation of Engineering Calculations in an Information and Analytical Training System for Technosphere Safety Specialists

Elena N. Trofimets^{ORCID}[✉], Tatiana A. Selemeneva^{ORCID}

Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russian Federation

✉ ezemifort@inbox.ru

Article history

Received: October 12, 2025

Revised: December 14, 2025

Accepted: December 20, 2025

Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Abstract. This study examines the automation of engineering calculations within an information and analytical training system for specialists in technosphere safety. It applies an optimization approach based on differential calculus to address tasks related to the rapid elimination of emergency consequences, including the search for missing vessel crew members under conditions of reduced visibility. The study demonstrates how Mathcad and Excel can be used to automate engineering calculations. It describes the sequential stages of solving technosphere safety problems, integrating the classical methods of differential calculus with their practical implementation in the Mathcad mathematical package and the Excel spreadsheet environment. The findings confirm that automated computation enhances the efficiency of rapid response and supports informed decision-making in emergency situations. Furthermore, incorporating digital technologies into engineering calculations contributes to improving the professional training of technosphere safety specialists. A distinctive aspect of the study is the analysis of a simulated man-made emergency conducted within the framework of the interdepartmental experimental and research exercise “Safe Arctic” in Murmansk, Russia. The authors emphasize the importance of real-time automation in managing technogenic emergencies, particularly through determining optimal area illumination. The study also examines relevant pedagogical approaches and presents the authors’ methods for solving professionally oriented tasks. A rational procedure for calculating area illumination using derivatives is proposed. The originality of the research lies in the methodology for determining the optimal height for illuminating an emergency zone, which combines differential calculus with a comparative analysis of function graphs generated through automated calculations. The results contribute to improving the effectiveness of rescue operations in conditions of limited visibility.

Keywords: mathematical modeling, digitalization, optimization, light, source, derivative

Authors’ contribution

Трофимец Е.Н. — general research concept, scientific guidance, writing, visualization, verification, validation; Семенова Т.А. — writing, verification, validation. All authors read and approved the final version of the article.

For citation

Trofimets EN, Selemeneva TA. Automation of engineering calculations in an information and analytical training system for technosphere safety specialists. *RUDN Journal of Engineering Research*. 2026;27(1):37–48. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2026-27-1-37-48> EDN: GZUFOY

Введение

Будущие специалисты по техносферной безопасности сталкиваются с необходимостью выполнения сложных инженерных расчетов для оценки рисков, проектирования защитных систем, анализа аварийных ситуаций и других задач. Автоматизация этих процессов позволяет повысить точность, скорость и эффективность работы, а также способствует более качественной подготовке специалистов техносферной безопасности. В современных условиях автоматизация инженерных расчетов связана с цифровой трансформацией вычислительных процессов, которые играют ключевую роль в повышении эффективности управления техносферной безопасностью. Цифровые технологии позволяют не только ускорить расчетные процессы, но и перевести всю систему безопасности на новый уровень анализа, прогнозирования и принятия решений.

Цифровизация стала одним из ключевых трендов современного образовательного пространства, особенно в области инженерных расчетов. Математическое образование, являющееся фундаментом для подготовки инженеров техносферной безопасности, активно интегрируется с цифровыми технологиями. Методологические вопросы цифровизации математического образования рассмотрены в [1–7] с уклоном на практические задачи классического характера без рассмотрения профессионально ориентированных задач. Цифровой трансформации системы высшего образования и цифровым технологиям в управлении образованием посвящены работы [8–14], в которых рассматриваются содержание, методы и формы цифровизации образования в общем виде. Концепции цифровизации инженерного и математического образования раскрыты в меньшей степени. Ключевыми компонентами процесса цифровизации образования являются информационные технологии, интегративный и компетентностный подходы, исследовательская деятельность студентов, которые позволяют повысить качество обучения, сделать его более интерактивным, доступным и адаптивным к потребностям

обучающихся. Данные направления отражены в [14–23] с акцентом на решение классических и практико-ориентированных задач. В данном исследовании авторы смещают фокус внимания на профессионально ориентированные задачи с рассмотрением различных практических ситуаций для инженеров техносферной безопасности и спасателей.

Такие педагогические подходы позволяют повысить качество обучения, сделать его более интерактивным, доступным и адаптивным к потребностям обучающихся.

Интеграция математики и автоматизации расчетов, как единого инструмента инженера, становится базовой составляющей в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности. Авторские методики разработки и применения компьютерных моделей для решения различных задач математического анализа и аналитической геометрии рассматриваются в [24; 25]. Поиску творческих подходов к решению нестандартных математических задач посвящены научные монографии [26; 27]. Концептуальные и эмпирические аспекты процесса постановки математических задач рассмотрены в [28]. Концепция авторов данной работы связана с внедрением автоматизированных расчетов при проведении спасательных операций и рассмотрением различных сценариев оперативного реагирования.

1. Методы и принципы исследования

При решении практических задач техносферной безопасности аналитическими методами отрабатываются умения применять формулы, свойства, теоремы, правила при выборе рациональных решений. В исследовании фокус внимания смещен на инженерные расчеты с использованием математического пакета Mathcad.

Рассмотрим задачу техносферной безопасности по оперативной ликвидации последствий аварийной ситуации, поиска пропавших без вести членов экипажа судна, в условиях ухудшения видимости.

Постановка задачи. Чрезвычайная ситуация (ЧС) техногенного характера, смоделированная в рамках проведения межведомственного опытно-исследовательского учения «Безопасная Арктика», рассматривается в российском городе Мурманске. Город расположен за Северным полярным кругом на восточном побережье Кольского залива Баренцева моря. Смоделированная ЧС произошла на Федеральном государственном унитарном предприятии (ФГУП) «Атомфлот», известном как Росатомфлот (предприятие по эксплуатации и обслуживанию атомного гражданского ледокольного флота России для хозяйственного освоения Северного морского пути).

Описание смоделированной чрезвычайной ситуации техногенного характера. В процессе проведения работ по выгрузке транспортного упаковочного комплекта с судна обеспечения «Лотта» («Имандра») на причале № 2 в результате технической неисправности произошел обрыв одного стропа подъемного устройства (строп текстильный ленточный (СТП) 6,0/6000). Транспортный упаковочный комплект задел борт судна обеспечения «Лотта» («Имандра») и упал на бетонное основание пирса. Произошла разгерметизация контейнера с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду с загрязнением пирса и борта судна. Сцепное устройство (тросы, зацепы) упало в воду. Два члена экипажа судна обеспечения выпали за борт (пропали без вести).

Для оперативной ликвидации последствий аварийной ситуации, поиска пропавших без вести членов экипажа, в условиях ухудшения видимости необходимо осветить место аварии. Требуется найти высоту H , на которую целесообразно поднять источник света, чтобы освещенность области, имеющей предположительно форму круга радиуса R , была максимальной.

Общая характеристика и теоретические основы математической модели. Решение задачи связано с оптимизационной моделью и раскрывает возможности использования инженерных расчетов.

Решение. Для составления математической модели воспользуемся формулой освещенности.

Известно, что освещенность прямо пропорциональна синусу угла падения лучей света на освещаемую площадку и обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника света, то есть

$$E = \frac{\theta \sin \varphi}{H^2 + R^2}, \quad (1)$$

где E — освещенность на границе рассматриваемой области; θ — число, характеризующее мощность источника света; H — расстояние от источника света до центра исследуемой площадки.

Требуется найти высоту H , на которую целесообразно поднять источник света, чтобы освещенность E рассматриваемой области была бы максимальной.

Выразим входящее в формулу (1) значение $\sin \varphi$ через H и R по определению синуса соответствующего угла:

$$\sin \varphi = \frac{H}{\sqrt{H^2 + R^2}}. \quad (2)$$

Подставим полученное выражение (2) в формулу (1) и выполним преобразования, в результате которых формула (1) примет вид

$$E = \frac{\theta H}{(H^2 + R^2)^{3/2}}. \quad (3)$$

Учитывая, что значение θ для каждого источника света является постоянным параметром (константа), а также предвидя технические трудности исследования на экстремум, вместо формулы (3) рассмотрим вспомогательную формулу F :

$$F = \frac{1}{\theta^2} E^2 = \frac{H^2}{(H^2 + R^2)^3}. \quad (4)$$

При этом удобно в формулу (4) ввести новую переменную $u = H^2$ и исследовать на экстремум более простую функцию (5):

$$F(u) = \frac{u}{(u + R^2)^3}. \quad (5)$$

Вычислим производную функции (5), применив правила дифференцирования частного

двух функций, сложной функции, табличную формулу для нахождения производной степенной функции.

В результате преобразований получим

$$\begin{aligned}
 F'(u) &= \left(\frac{u}{(u+R^2)^3} \right)' = \\
 &= \frac{(u)'(u+R^2)^3 - u((u+R^2)^3)'}{\left((u+R^2)^3 \right)^2} = \\
 &= \frac{(u+R^2)^3 - 3u(u+R^2)^2}{(u+R^2)^6} = \\
 &= \frac{(u+R^2)^2(u+R^2-3u)}{(u+R^2)^6} = \\
 &= \frac{u+R^2-3u}{(u+R^2)^4} = \frac{R^2-2u}{(u+R^2)^4}. \quad (6)
 \end{aligned}$$

Очевидно, что функция $F(u)$, как и ее производная $F'(u)$, определены при любом значении аргумента u , принимающего по смыслу задачи только положительные значения.

Для нахождения критических точек приравняем производную исследуемой функции к нулю:

$$\begin{aligned}
 F'(u) = 0, \quad R^2 - 2u = 0, \\
 2u = R^2, \quad u = \frac{R^2}{2}. \quad (7)
 \end{aligned}$$

Учитывая, что $u = H^2$, возвратившись к переменной H и выполнив преобразования, получим выражение, содержащее R :

$$H^2 = \frac{R^2}{2}, \quad H = \frac{R}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}R. \quad (8)$$

Найдена точка, подозрительная на экстремум:

$$H = \frac{\sqrt{2}}{2}R. \quad (9)$$

2. Результаты

Покажем, что для функции, выражающей зависимость высоты источника света от радиуса исследуемой области, полученное значение H будет точкой максимума. Для этого убеждаемся, что слева от этой точки производная принимает только положительные значения, а справа все ее значения отрицательны, то есть при переходе через найденную точку знак производной меняется с «+» на «-». Результаты вычислений и теоретических выводов представлены в обобщенной форме на рис. 1.

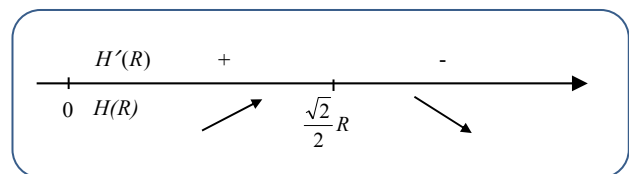


Рис. 1. Применение метода интервалов
Источник: выполнено Т.А. Селеменовой.

Figure 1. Application of the interval method
Source: by T.A. Selemeneva.

В результате инженерных расчетов можно сделать вывод о том, что максимальная освещенность рассматриваемой площадки, имеющей форму круга радиуса R , будет достигаться при размещении источника света на высоте:

$$H = \frac{\sqrt{2}}{2}R. \quad (10)$$

Уточним значение тангенса угла наклона лучей света к поверхности, соответствующего найденной оптимальной высоте расположения осветительного прибора:

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{H}{R} = \frac{\sqrt{2}}{2}. \quad (11)$$

Ответ: для оперативной ликвидации последствий аварийной ситуации в условиях ухудшения видимости, чтобы освещенность области, имеющей форму круга радиуса R , была максимальной, целесообразно поднять

источник света на высоту $H = \frac{\sqrt{2}}{2}R$.

Рассмотрим решение задачи на рабочем листе Mathcad. Для нахождения критических точек используем функцию **Find**. Листинг решения приведен на рис. 2, графики функций представлены на рис. 3 и 4.

Используя математический аппарат дифференциального исчисления в инженерных расчетах, будущие специалисты техносферной безопасности переносят оптимизационную математическую модель на рабочий лист Mathcad и, применяя операторы дифференцирования,

$$F(u) := \frac{u}{(u + R^2)^3}$$

$$F(u) := \frac{d}{du} F(u) \quad F(u) \rightarrow \frac{1}{(R^2 + u)^3} - \frac{3u}{(R^2 + u)^4}$$

$$F(u) \rightarrow \frac{1}{(R^2 + u)^3} - \frac{3u}{(R^2 + u)^4} \text{ simplify} \rightarrow \frac{R^2 - 2u}{(R^2 + u)^4}$$

Given
 $F(u) = 0$
 Find(u) $\rightarrow \frac{R^2}{2}$

Рис. 2. Листинг нахождения критических точек
 Источник: выполнено Е.Н. Трофимец.

Figure 2. Listing of critical points
 Source: by E.N. Trofimets.

вычисляют производные, находят критические точки, строят графики функции на рабочих листах Mathcad и MS Excel.

С использованием инструментов построения графиков функции в Mathcad исследуется поведение функции $F(u)$ с различными значениями R .

С помощью трассировки определяют точки экстремума и границы R . Анализ графиков функций в Mathcad и MS Excel позволяет сделать вывод, что $H = 0,343$ при $R = 0,485$.

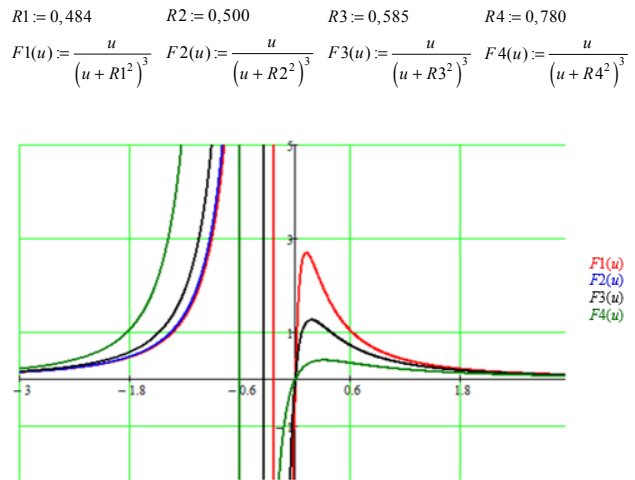


Рис. 3. Графики функций в Mathcad при разных значениях R
 Источник: выполнено Е.Н. Трофимец.

Figure 3. Graphs of functions in Mathcad for different values of R
 Source: by E.N. Trofimets.

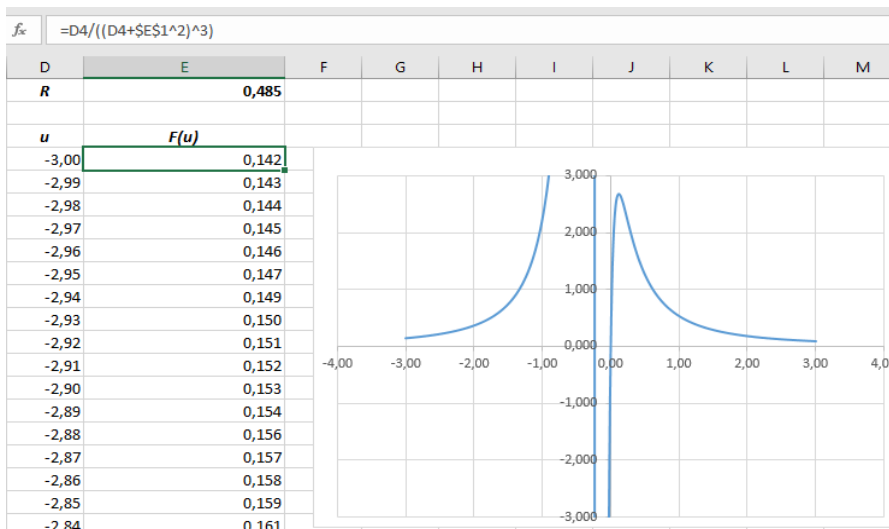


Рис. 4. График функции в MS Excel для $R = 0,485$ / **Figure 4.** Graph of the function in MS Excel for $R = 0.485$
 Источники: выполнено Е.Н. Трофимец. / Source: by E.N. Trofimets.

Представленная задача является одним из элементов банка профессионально ориентированных задач, входящих в лабораторный практикум по решению задач техносферной безопасности с использованием методов высшей математики и информационных технологий. В свою очередь, разработанный практикум является одним из дидактических компонентов математического модуля, входящего в состав системы информационно-аналитической подготовки инженеров техносферной безопасности.

Разработанные задачи отражают содержательные особенности методики формирования нормативных компетенций в процессе математической, естественнонаучной, общепрофессиональной и информационной подготовки будущих специалистов в области техносферной безопасности. Они прошли апробацию в образовательном процессе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

3. Обсуждение

Эффективность автоматизации инженерных расчетов в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности будет повышаться за счет технологии цифрового следа, а именно отслеживания всей цепочки расчетных решений (какие исходные данные использовались, как менялись параметры в процессе итераций, кто и когда вносил корректировки). Фундаментом для любых инженерных расчетов в техносферной безопасности являются классические методы и только потом перенос в цифру (алгоритмизация ручных расчетов, создание цифровых шаблонов, интеграция в специализированное ПО).

Для автоматизации инженерных расчетов использовались табличный процессор MS Excel и программная среда Mathcad. Потенциал Excel очевиден — он имеет широкий набор встроенных функций и программных надстроек, которые можно использовать для проведения разнообразных инженерных расчетов. В частности, встроенный функционал Excel позволяет эффек-

тивно решать оптимизационные задачи, проводить анализ «что-если» (сценарный анализ), разведочный анализ данных, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, анализ временных рядов и др. Кроме того, Excel имеет развитые средства интеграции с различными источниками данных и поддерживает VBA, что позволяет расширять его функциональные возможности. Все это обусловило выбор Excel в качестве базовой инструментальной среды для разработки цифровых шаблонов и автоматизации инженерных расчетов [29–31].

Функционал математического пакета Mathcad хорошо дополняет функционал табличного процессора MS Excel по тем аспектам, которые в Excel не представлены и требуют дополнительно программирования на VBA. Например, Mathcad целесообразно использовать в тех случаях, когда инженерные расчеты сопряжены с дифференциальными и интегральными исчислениями. Кроме того, Mathcad является более предпочтительным при проведении сложных критически важных расчетов, связанных с безопасностью (например, расчет нагрузок на конструкции, моделирование аварийных сценариев на опасных производственных объектах, расчет параметров систем безопасности и др.) [31].

Выбор именно Mathcad, а не других математических пакетов (например, Matlab, Mathematica) обусловлен тем, что формулы в данном математическом пакете вводятся «естественно», как на бумаге, а также имеются встроенные средства работы с различными единицами измерения, что является очень удобным и понятным для инженеров.

Таким образом, оба рассмотренных программных инструмента имеют свои преимущества и недостатки. Excel проще и более универсален при разработке разнообразных цифровых шаблонов инженерных расчетов. Mathcad же является инструментом для реализации более сложных математических моделей. Excel и Mathcad хорошо дополняют друг друга, что подтверждает практика их использования в образовательном процессе инженеров техносферной безопасности. Вместе они позволяют целе-

направленно фокусировать внимание обучающихся на проблемные ситуации, для разрешения которых эффективно применяются как классические методы, так и современные методы анализа данных и машинного обучения [32–34]. Кроме того, их использование значительно расширяет спектр рассматриваемых инженерных задач, усиливает тенденцию интеграции универсальных и общепрофессиональных компетенций с профессиональными.

Заключение

В работе исследовалась проблема оперативного реагирования по принятию мер спасательной операции в рамках рассмотрения смоделированной чрезвычайной ситуации на ФГУП «Атомфлот». В рамках проведенного исследования предложена методика по нахождению оптимальной высоты источника света в условиях плохой видимости для освещенности области спасательной операции. Оригинальная идея методики базируется на дифференциальном исчислении и сравнительном анализе графиков функций, полученных оперативной автоматизацией расчета.

Результаты методики позволяют:

- автоматизировать анализ множества сценариев развития чрезвычайных ситуаций;
- визуализировать компромиссы и риски через сравнительные графики;
- выбирать оптимальные параметры реагирования;
- генерировать конкретные оперативные рекомендации;
- использовать автоматический выбор оптимальной стратегии спасательных работ;
- применять полученные сценарии в профессиональной деятельности инженеров техносферной безопасности и спасателей.

Научная новизна работы заключается в синтезе методов автоматизации расчетов и сравнительного анализа графиков функций для принятия оперативного решения по спасательной операции.

Автоматизация инженерных расчетов в сфере техносферной безопасности является одним из ключевых факторов повышения эффек-

тивности как профессиональной деятельности, так и образовательного процесса. Внедрение современных цифровых инструментов способствует подготовке высококвалифицированных специалистов, способных быстро и точно решать задачи в области безопасности технологических процессов и производств.

Современные подходы в инженерных расчетах делают акцент на визуализации, персонализации и связи с практикой через программирование. Перспективы автоматизации инженерных расчетов связаны с тотальной интеграцией искусственного интеллекта (ИИ), разработкой цифровых двойников и внедрением квантовых вычислений. Успех такой трансформации зависит от решения ключевых challenges: преодоления цифрового разрыва, переподготовки преподавательского состава и сохранения человеческого фактора в системе информационно-аналитической подготовки специалистов техносферной безопасности.

Список источников

1. Смирнов Е.И., Попова Т.С. Модель формирования самостоятельной деятельности школьников при углубленном обучении математике в цифровой образовательной среде // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. 2022. № 2 (26). С. 57–68. <https://doi.org/10.24888/2500-1957-2022-2-57-68> EDN: SLVEQE
2. Тестов В.А. О некоторых методологических особенностях цифровой трансформации обучения математике // *Материалы 42-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов «Математика и математическое образование: проблемы, технологии, перспективы»*. Смоленск, 2023. С. 27–30. EDN: SXCNCM
3. Тестов В.А. О преподавании математики в условиях цифровой трансформации обучения // *Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения видного российского математика Д.А. Граве «Математика в современном мире»*. Вологда, 2023. С. 156–160. EDN: KZNFZF
4. Постолит А.В. Цифровизация учебного процесса на базе автономных приложений и интерактивных образовательных платформ // *Математика и ее приложение в науке и образовании: материалы Межвузовской научно-методической конференции с международным участием*. Санкт-Петербург, 2025. С. 268–275. EDN: OCPNLP

5. Трофимец Е.Н. Преподавание математических дисциплин в условиях развития цифровой образовательной среды // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2022. № 2 (55). С. 39–43. EDN: COEFMT
6. Trofimets E.N., Trofimets A.A. Digital technologies in mathematical education // European proceedings of social and behavioural sciences EPSBS. Krasnoyarsk, Russia. 2021. Vol. 116. P. 1506–1512. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.09.02.168> EDN: VWGEMX
7. Семенов А.Л., Абылкасымова А.Е., Поликарпов С.А. Основания математического образования в цифровой век // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. 2023. Т. 511. № 1. С. 3–12. <https://doi.org/10.31857/S2686954323700157> EDN: RQEWAB
8. Абрамов В.И., Маланичева Н.В., Стрельникова И. А. Цифровые технологии в управлении образованием сквозь призму опыта зарубежных стран // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2022. № 4 (44). С. 48–61. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-4-48-61>
9. Абылкасымова А.Е., Шишов С.Е., Жумалиева Л.Д. О теории модернизации цифрового образования, формирующего множественность идентичности и интеллект обучающихся // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. 2023. Т. 12. № 3. С. 3–16. <https://doi.org/10.12737/2306-1731-2023-12-3-3-16> EDN: MQHVAP
10. Лукин В.Н., Папырина Е.В., Козут В.Г. Управление проектной деятельностью в цифровой образовательной среде университета // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2022. № 2. С. 144–153. EDN: DMFEWF
11. Суртаева О.С. Цифровизация в системе инновационных стратегий в социально-экономической сфере и промышленном производстве : монография. 4-е изд. Москва : Дашков и К, 2023. 154 с. ISBN 978-5-394-05249-1
12. Миронова Л.И., Шатыбелко М.П. Современные подходы к инженерно-строительному образованию в контексте цифровой трансформации отрасли // Наука и практика в образовании: электронный научный журнал. 2025. Т. 6. № 1. С. 36–44. https://doi.org/10.54158/27132838_2025_6_1_36 EDN: YKQRXU
13. Шеленаева А.Х. Цифровая трансформация системы высшего образования: направления и риски // Открытое образование. 2023. Т. 27. № 4. С. 42–51. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-4-42-51> EDN: UPTUSJ
14. Dvoryatkina S.N., Zhuk L.V., Smirnov E.I., Shcherbatykh S.V. Development managing stages of hybrid intelligent learning environment for student's mathematics research activities // Perspectives of Science and Education. 2023. Vol. 2. No. 62. P. 174–190. <https://doi.org/10.32744/pse.2023.2.10> EDN: OYOECW
15. Дворяткина С.Н., Каранетян В.С., Розанова С.А. Множественность целеполагания в педагогической деятельности: математика на шахматной доске // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 4. С. 81–92. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-4-81-92> EDN: ZCRJYT
16. Dvoryatkina S.N., Dallakyan A.M., Smirnov E.I., Karapetyan V.S., Rozanova S.A. Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard // Problems of Education in the 21st Century. 2019. Vol. 77. No. 1. P. 8–21. <https://doi.org/10.33225/PEC/19.77.08> EDN: MKWELG
17. Смирнов Е.И., Дворяткина С.Н., Щербатых С.В. Интеллектуальное управление в математическом моделировании исследовательской деятельности школьников // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2020. № 3 (19). С. 48–61. <https://doi.org/10.24888/2500-1957-2020-3-48-61> EDN: LJVXDR
18. Shcherbatykh S.V., Lykova K.G. Improving the efficiency of mathematics education through the development of a stochastic worldview of students // International Journal of Instruction. 2022. Vol. 13. No. 2. P. 1057–1074. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15258a> EDN: CYCIZA
19. Дворяткина С.Н., Мкртчян М.А., Розанова С.А. Духовно-нравственный эффект как результат интеграции математического и гуманитарного знания в высшей школе // Интеграция образования. 2018. Т. 22. № 2. С. 353–368. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.091.022.201802.353-368> EDN: XROLQT
20. Morgacheva N., Sotnikova E., Shcherbatykh S., Shcherbatykh L. Interactive technologies of teaching disciplines of the natural science cycle as a means of forming a socially adapted student's personality // Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education. Krasnoyarsk, Russia, 2022. Vol. 2647. Article no. 20011. <https://doi.org/10.1063/5.0104364> EDN: LLBPKM
21. Селеменова Т.А., Лаушкин А.А. Практико-ориентированные задачи как средство формирования компетенций в вузе ГПС МЧС России // Труды Всероссийской научно-практической конференции. Пожарная безопасность: Современные вызовы. Проблемы и пути решения. Санкт-Петербург, 2022. С. 161–164. EDN: FTLKFB
22. Pepin B., Gueudet G., Choppin J. Handbook of digital resources in mathematics education. Springer Publ., 2024. 1405 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6>
23. Clements M.A., Kaur B., Lowrie T., Mesa V., Prytz J. Fourth international handbook of mathematics education. Springer Publ., 2024. 822 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-51474-6>

24. Nodelman V. Mathematics studies through technology: Precalculus, calculus, and more. World Scientific, 2025. 620 p. ISBN 981129013X, 9789811290138
25. Voskoglou M.Gr., Stiles J.M. Advances in mathematics education research. Nova Science Publ., 2024. 265 p. ISBN-13 979-8891139640
26. Jenlink P.M. Mathematics as the science of patterns: Making the Invisible visible to students through teaching. Information Age Publ., 2022. 266 p. ISBN-10 164802744X
27. Boaler J. Math-ish: Finding Creativity, Diversity, and Meaning in Mathematics. HarperOne Publ., 2024. 304 p. ISBN-13 978-0063340800
28. Baumanns L. Mathematical problem posing: Conceptual considerations and empirical investigations for understanding the process of problem posing. Springer Publ., 2022. 299 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39917-7>
29. Trofimets E.N., Trofimets V.Ya. Research of numerical methods for solving ordinary differential equations in MS Excel // Journal of physics: conference series. 2020. Vol. 1691. Article no. 12049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012049> EDN: ELHRZK
30. Дорж О. Некоторые возможности применения Microsoft Excel при решении задач по теоретической механике // Молодой ученый. 2023. № 18. С. 234–238. EDN: OTHVLB
31. Петров Г.Н., Евграфов А.Н. Визуализация расчетов в программах Excel и Mathcad // Современное машиностроение: Наука и образование. 2025. № 14. С. 55–70. EDN: YEWOYO
32. Pham T., Nguyen T.B., Ha S., Nguyen Ngoc N.T. Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning // Australasian Journal of Educational Technology. 2023. Vol. 39. No. 5. P. 1–19. <https://doi.org/10.14742/ajet.8825>
33. Daniel I., Abhijith G.R., Kutz J.N., Ostfeld A., Cominola A. Physics-informed machine learning for universal surrogate modelling of water quality parameters in water distribution networks // Engineering Proceedings. 2024. Vol. 69. No. 1. Article no. 205. <https://doi.org/10.3390/engproc2024069205>
34. de Payrebrune K.M., Flaßkamp K., Ströhla T., Sattel T., Bestle D., Röder B, et al. The impact of AI on engineering design procedures for dynamical systems // Technische Mechanik. 2025. Vol. 45. No. 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.24352/UB.OVGU-2025-037>
2. Testov VA. On some methodological features of the digital transformation of teaching mathematics. *Mathematics and Mathematical Education: Challenges, Technologies, and Prospects. Proceedings of the 42nd International Scientific Seminar for Teachers in Mathematics and Computer Science from Universities and Pedagogical Higher Education Institutions*. 2023 Oct 12–14; Smolensk: Smolensk State University; 2023. p. 27–30. (In Russ.) EDN: SXCNCM
3. Testov VA. Teaching Mathematics in the Context of the Digital Transformation of Education. *Mathematics in the modern world. Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 160th anniversary of the birth of the prominent Russian mathematician D.A. Grave*. September 19–23, 2023. Vologda: Vologda State University Publ.; 2023. p. 156–160. (In Russ.) EDN: KZNFZ
4. Postolit AV. Digitalization of the educational process based on offline applications and interactive educational platforms. *Mathematics and its application in science and education. Proceedings of the Interuniversity Scientific and Methodological Conference with International participation*. May 29, 2025. St. Petersburg, 2025. p. 268–275. (In Russ.) EDN: OCPNLP
5. Trofimets EN. Teaching mathematical disciplines in context of development of a digital educational environment. *Psychological and Pedagogical Issues in the Security of the Individual and Society*. 2022;2(55):39–43. (In Russ.) EDN: COEFMT
6. Trofimets EN, Trofimets AA. Digital technologies in mathematical education. *European proceedings of social and behavioural sciences EPSBS*. Krasnoyarsk, Russia. 2021;116:1506–1512. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.09.02.168> EDN: VWGEMX
7. Semenov AL, Abylkasymova AE, Polikarpov SA. Foundations of mathematical education in the digital age. *Doklady Mathematics. Mathematics, Computer Science, Control Processes*. 2023;511(1):3–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S2686954323700157> EDN: RQEWAB
8. Abramov VI, Malanicheva NV, Strelnikova IA. Digital technologies in education management through the prism of foreign countries' experience. *Scientific and Pedagogical Review (Pedagogical Review)*. 2022;4(44): 48–61. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-4-48-61>
9. Abylkasymova AE, Shishov SE, Zhumalieva L. On the theory of modernization of digital education, which forms the plurality of identities and the intellect of students. *Scientific Research and Development. Socio-Humanitarian Research and Technology*. 2023;12(3):3–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/2306-1731-2023-12-3-3-16> EDN: MQHVAP
10. Lukin VN, Papyrina EV, Kogut VG. Project management in the digital educational environment of the university. *Scientific and Analytical Journal "Vestnik Saint-Petersburg University of state Fire Service of*

References

Emercom of Russia". 2022;(2):144–153. (In Russ.) EDN: DMFEWF

11. Surtaeva OS. *Digitalization in the system of innovative strategies in the socio-economic sphere and industrial production*. The monograph. 4th ed. Moscow: Dashkov and K; 2023. (In Russ.) ISBN 978-5-394-05249-1

12. Mironova LI, Shatybelko MP. Modern approaches to civil engineering education in the context of digital transformation of the industry. *Science and Practice in Education: Electronic Scientific Journal*. 2025;6(1):36–44. (In Russ.) https://doi.org/10.54158/27132838_2025_6_1_36 EDN: YKQRXU

13. Shelepaeva AKh. Digital transformation of the higher education system: Directions and risks. *Open Education*. 2023;27(4):42–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-4-42-51> EDN: UPTUSJ

14. Dvoryatkina SN, Zhuk LV, Smirnov EI, Shcherbatykh SV. Development managing stages of hybrid intelligent learning environment for student's mathematics research activities. *Perspectives of Science and Education*. 2023;2(62):174–190. <https://doi.org/10.32744/pse.2023.2.10> EDN: OYOECW

15. Dvoryatkina SN, Karapetyan VS, Rozanova SA. The plurality of goal-setting in pedagogical activity: Integration of mathematics on a chessboard. *Higher Education in Russia*. 2019;28(4):81–92. (In Russ.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-4-81-92> EDN: ZCRJYT

16. Dvoryatkina SN, Karapetyan VS, Dallakyan AM, Rozanova SA, Smirnov EI. Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard. *Problems of Education in the 21st Century*. 2019;77(1):8–21. <https://doi.org/10.33225/PEC/19.77.08> EDN: MKWELG

17. Smirnov EI, Dvoryatkina SN, Shcherbatykh SV. Intellectual management in mathematical modeling of students' research activities. *Continuum. Mathematics. Computer Science. Education*. 2020;3(19):48–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.24888/2500-1957-2020-3-48-61> EDN: LJVXDR

18. Shcherbatykh SV, Lykova KG. Improving the efficiency of mathematics education through the development of a stochastic worldview of students. *International Journal of Instruction*. 2022;15(2):1057–1074. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15258a> EDN: CYCIZA

19. Dvoryatkina SN, Mkrtchyan MA, Rozanova SA. Spiritual and moral effect as the result of integration of mathematical with humanitarian knowledge at universities. *Integration of Education*. 2018;22(2):353–368. (In Russ.) <https://doi.org/10.15507/1991-9468.091.022.201802.353-368> EDN: XROLQT

20. Morgacheva N, Sotnikova E, Shcherbatykh S, Shcherbatykh L. Interactive technologies of teaching disciplines of the natural science cycle as a means of forming

a socially adapted student's personality. *Proceedings II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education*. Krasnoyarsk, Russia, 2022;2647:20011. <https://doi.org/10.1063/5.0104364> EDN: LLBPKM

21. Selemeneva TA, Laushkin AA. Practice-oriented tasks as a means of forming competencies at the university of state fire service of emercom of Russia. *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Fire Safety: Modern Challenges. Problems and Solutions*. Saint-Petersburg, 2022. P. 161–164. (In Russ.) EDN: FTLKFB

22. Pepin B, Gueudet G, Choppin J. *Handbook of digital resources in mathematics education*. 0th ed. Springer Publ.; 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6>

23. Clements MA, Kaur B, Lowrie T, Mesa V, Prytz J. *Fourth international handbook of mathematics education*. Springer Publ.; 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-51474-6>

24. Nodelman V. *Mathematics studies through technology: Precalculus, calculus, and more*. World Scientific Publ.; 2025. ISBN 981129013X, 9789811290138

25. Voskoglou MGr, Stiles JM. *Advances in mathematics education research*. Nova Science Publ.; 2024. ISBN-13 979-8891139640

26. Jenlink PM. *Mathematics as the science of patterns: Making the Invisible visible to students through teaching*. Information Age Publ.; 2022. ISBN-10 164802744X

27. Boaler Jo. *Mathish: Finding creativity, diversity, and meaning in mathematics*. HarperOne Publ.; 2024. ISBN-13 978-0063340800

28. Baumanns L. *Mathematical problem posing: Conceptual considerations and empirical investigations for understanding the process of problem posing*. Springer Spektrum Wiesbaden; 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39917-7>

29. Trofimets EN, Trofimets VYa. Research of numerical methods for solving ordinary differential equations in MS Excel. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020; 1691:12049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1691/1/012049> EDN: ELHRZK

30. Dorj O. Some applications of Microsoft Excel in solving theoretical mechanics problems. *Young Scientist*. 2023;18:234–238. (In Russ.) EDN: OTHVLB

31. Petrov GN, Evgrafov AN. Visualization calculations in Excel and Mathcad. *Modern Mechanical Engineering: Science and Education*. 2025;14:55–70. (In Russ.) EDN: YEWOYO

32. Pham T, Nguyen TB, Ha S, Nguyen Ngoc NT. Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning. *Australasian Journal of Educational Technology*. 2023;39(5):1–19. <https://doi.org/10.14742/ajet.8825>

33. Daniel I, Abhijith GR, Kutz JN, Ostfeld A, Cominola A. Physics-informed machine learning for universal surrogate modelling of water quality parameters in water distribution networks. *Engineering Proceedings*. 2024; 69(1):205. <https://doi.org/10.3390/engproc2024069205>

34. de Payrebrune KM, Flaßkamp K, Ströhla T, Sattel T, Bestle D, Röder B, et al. The impact of AI on engineering design procedures for dynamical systems. *Technische Mechanik*. 2025;45(1):1–23. <https://doi.org/10.24352/UB.OVGU-2025-037>

Сведения об авторах

Трофимец Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой высшей математики и системного моделирования сложных процессов, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, Российская Федерация, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149; eLIBRARY SPIN-код: 3876-1494, ORCID: 0000-0003-4873-2801; e-mail: ezemifort@inbox.ru

Селеменова Татьяна Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, Российская Федерация, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149; eLIBRARY SPIN-код: 3313-4921, ORCID: 0000-0002-0696-4738; e-mail: tisi11@yandex.ru

About the authors

Elena N. Trofimets, PhD in Education, Head of the Department of Higher Mathematics and System Modeling of Complex Processes, Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 149 Moskovsky avenue, Saint-Petersburg, 196105, Russian Federation; eLIBRARY SPIN-code: 3876-1494, ORCID: 0000-0003-4873-2801; e-mail: ezemifort@inbox.ru

Tatiana A. Selemeneva, PhD in Education, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and System Modeling of Complex Processes, Saint Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 149 Moskovsky avenue, Saint-Petersburg, 196105, Russian Federation; eLIBRARY SPIN-code: 3313-4921, ORCID: 0000-0002-0696-4738; e-mail: tisi11@yandex.ru