ИЗДАТЕЛЬСТВО грамота

Педагогика. Вопросы теории и практики
Pedagogy. Theory & Practice

ISSN 2686-8725 (online)
ISSN 2500-0039 (print)

2026. Том 11. Выпуск 11 | 2026. Volume 11. Issue 11
Материалы журнала доступны на сайте (articles and issues available at): pedagogy-journal.ru

RU

Генеративный искусственный интеллект как педагогический инструмент освоения среды SimInTech в инженерном образовании в рамках дисциплины «Тепломассообмен»

Шацких Ю. В., Абрамова Д. А.

Аннотация. Цель исследования – оценка возможностей формирования у студентов умений переводить физическую постановку задачи в вычислительную модель и проверять ее корректность при использовании генеративного искусственного интеллекта (ИИ) в качестве средства интерактивной инструктивной поддержки при освоении студентами-инженерами среды динамического моделирования SimInTech в рамках дисциплины «Тепломассообмен». В статье проанализированы теоретические основания интеграции генеративных моделей в инженерное образование, представлен разработанный авторами учебный сценарий взаимодействия студента с ИИ, включающий формализацию физико-математической постановки задачи нестационарного охлаждения металлического фрагмента лопатки газовой турбины с учетом конвективного и лучистого теплообмена, перенос дифференциального уравнения теплового баланса в блочную модель SimInTech и последующую верификацию полученной температурной зависимости путем сопоставления с ручными расчетами. Разработана методика оценки качества генерируемых ИИ-инструкций, отражающая дидактические требования к учебным заданиям для самостоятельной работы студентов и опирающаяся на девять критериев. Приведены результаты апробации методики в учебном процессе, демонстрирующие сокращение временных затрат при использовании различных генеративных моделей. Научная новизна исследования состоит в выдвижении и обосновании идеи использования генеративного ИИ не в качестве средства получения готового решения, а в качестве средства инструктивной поддержки, обеспечивающего перевод физической постановки задачи в последовательность проверяемых действий в среде блочного моделирования, в разработке и практической апробации учебного сценария (технологии) взаимодействия студента с ИИ, а также в разработке и верификации критериального аппарата оценки дидактического качества, полноты и корректности ИИ-инструкций применительно к задачам теплообмена. В результате исследования установлено, что применение структурированного промпта в сочетании с обязательной процедурой верификации построенной в SimInTech блочной модели нестационарного охлаждения металлического фрагмента путем сопоставления полученной температурной зависимости с ручными расчетами способствует снижению технических барьеров при работе в SimInTech и смещению фокуса внимания студентов с освоения интерфейса на содержательный анализ физических допущений, проверку размерностей и оценку устойчивости получаемых решений. Вместе с тем выявлены ограничения учебного сценария взаимодействия студента с ИИ, связанные с зависимостью качества инструкции от грамотности промпта, риском поверхностного доверия к ответам ИИ и необходимостью адаптации генерируемых фрагментов под конкретную версию программной среды, а также сформулированы методические рекомендации по организации учебной работы с ИИ-инструментами, включающие требования к оформлению промптов, процедуры верификации и правила документирования использования генеративного ИИ в академической деятельности.

EN

Generative artificial intelligence as a pedagogical tool for mastering the SimInTech environment in engineering education within the discipline “Heat and Mass Transfer”

Y. V. Shatskikh, D. A. Abramova

Abstract. The aim of the study is to assess the potential for developing students’ ability to translate a physical problem statement into a computational model and to verify its correctness when using generative

Научная статья (original research article) | **https://doi.org/10.30853/ped20260258**

© 2026 Авторы. © 2026 ООО Издательство «Грамота» (© 2026 The Authors. © 2026 Gramota Publishing, LLC). Открытый доступ предоставляется на условиях лицензии CC BY 4.0 (open access article under the CC BY 4.0 license): https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

artificial intelligence (AI) as a means of interactive instructional support. The study focuses on engineering students mastering the SimInTech dynamic modeling environment within the course “Heat and Mass Transfer”. The article analyzes the theoretical foundations for integrating generative models into engineering education and presents an educational scenario, developed by the authors, for student-AI interaction. The scenario includes the formalization of the physical and mathematical formulation of a problem concerning the transient cooling of a metal fragment of a gas turbine blade, taking into account convective and radiative heat transfer; the translation of the differential heat-balance equation into a SimInTech block model; and the subsequent verification of the resulting temperature dependence by comparison with manual calculations. A method for assessing the quality of AI-generated instructions has been developed. It reflects didactic requirements for independent-study assignments and is based on nine criteria. The results of testing the method in the educational process are presented, demonstrating a reduction in time costs when using different generative models. The scientific novelty of the study consists in proposing and substantiating the idea of using generative AI not as a means of obtaining a ready-made solution, but as a means of instructional support that enables the translation of a physical problem statement into a sequence of verifiable actions in a block-modeling environment; in developing and practically testing an educational scenario (technology) for student-AI interaction; and in developing and verifying a set of criteria for assessing the didactic quality, completeness, and correctness of AI-generated instructions with respect to heat-transfer problems. As a result of the study, it was found that the use of a structured prompt, combined with a mandatory verification procedure for the SimInTech block model of the transient cooling of a metal fragment – by comparing the resulting temperature dependence with manual calculations – helps reduce technical barriers when working in SimInTech and shifts students’ focus from mastering the interface to the substantive analysis of physical assumptions, dimensional checking, and assessment of the stability of the solutions obtained. At the same time, limitations of the student-AI interaction scenario were identified. These relate to the dependence of instruction quality on the quality of the prompt, the risk of superficial trust in AI responses, and the need to adapt generated fragments to a specific version of the software environment. Methodological recommendations are also formulated for organizing students’ work with AI tools. They include requirements for prompt design, verification procedures, and rules for documenting the use of generative AI in academic activities.

Введение

В настоящее время в образовательную практику инженерных направлений подготовки все шире внедряются инструменты искусственного интеллекта (ИИ). Это связано с потребностью в повышении результативности формирования профессиональных компетенций студентов, осваивающих методы математического моделирования (Жуковский, 2025, с. 14). Цифровые инструменты заметно сокращают долю рутинных вычислений в учебном процессе и тем самым смещают фокус подготовки будущих инженеров. Студент перестает быть исполнителем алгоритмов и переходит к анализу исходных допущений, учится видеть за набором цифр физический смысл и инженерную логику процесса.

Перед преподавателем инженерных дисциплин сегодня стоит комплексная задача: не только обеспечить глубокое понимание фундаментальных физических законов, но и продемонстрировать их реализацию в профессиональном программном обеспечении. Освоение моделирующих сред превращает абстрактные теоретические концепции в рабочий инструмент для исследования реальных технических систем и прогнозирования их поведения, становясь тем самым обязательной компетенцией в портфеле современного специалиста.

Системы динамического моделирования позволяют перевести аналитические зависимости в наглядные вычислительные схемы. Благодаря этому можно не только зафиксировать результат, но и проследить динамику параметров в реальном времени, быстро выполнить многовариантные расчеты и оценить реакцию системы на изменение исходных данных. Использование сред динамического моделирования способствует углубленному освоению взаимосвязей между физическими процессами, переменными модели и результатами численного анализа, развивая при этом навыки инженерного мышления и принятия обоснованных технических решений. Интеграция технологий искусственного интеллекта в практику математического моделирования представляется перспективным направлением совершенствования инженерного образования.

Одним из примеров таких сред является SimInTech, базирующаяся на подходе блочно-модульного моделирования. В данной среде пользователь создает модель из отдельных функциональных модулей, задает начальные параметры, соединяет компоненты, выбирает способ интегрирования и анализирует полученные данные. Применение SimInTech в учебном процессе способствует тому, что студент совершает переход от абстрактных математических формул к конкретному вычислительному моделированию физического явления, которое может стать фундаментом для создания цифрового двойника технической системы (Shcherbatov, Maximova, Dementev, 2020, p. 2; Tsirkunov, Shatskikh, Chernetskii, 2025, p. 245).

Вместе с тем освоение программной среды сопровождается рядом трудностей. Студенту требуется одновременно понимать физическую сущность процесса, выполнять математические преобразования, ориентироваться в интерфейсе, выбирать нужные блоки, обеспечивать правильность связей, контролировать единицы измерения и настраивать параметры численного интегрирования. При недостатке опыта значительная часть учебного времени расходуется не на содержательный анализ моделируемого процесса, например теплового, а на поиск команд, устранение технических ошибок и воспроизведение типовых действий. Это создает риск

сведения инженерного анализа к формальному получению результата: модель считается успешной лишь потому, что программа выполнила расчет и выдала график.

Одним из способов решения указанного противоречия может стать применение генеративного искусственного интеллекта (ИИ). Подобные языковые модели позволяют по текстовому запросу получить разбор физической формулы, пошаговый алгоритм решения или перечень типовых ошибок, которые могут возникнуть при выполнении работы. В исследованиях отмечается, что такие инструменты способствуют персонализации обучения за счет формирования индивидуальных пояснений и оперативной обратной связи (Вовк, 2022, с. 110; Левин, Пискунов, Поляков и др., 2022, с. 87). Подобные компетенции крайне важны в инженерной практике – при написании кода, создании математических моделей и выполнении инженерных расчетов (Калина, Тимощенко, Леоник, 2026, с. 187).

Использование генеративного ИИ в обучении не должно сводиться к поиску готовых решений. Его инструкции могут быть неполными или неточными. В ответах встречаются неверные названия блоков, ошибки в единицах измерения и трактовке физических условий. Предложенный численный метод также не всегда подходит для задачи. Поэтому работа с ИИ не отменяет ее проверки, а требует особого внимания к ней. Студенту необходимо сопоставлять рекомендации от ИИ с исходной постановкой и физическими законами. Названия и назначение блоков следует уточнять по документации программы, а результаты моделирования сверять с ручными расчетами. При таком подходе ИИ становится средством инструктивной поддержки в освоении инженерных методов, а не заменой самостоятельной работы.

Актуальность настоящего исследования определяется необходимостью разработки методически обоснованных сценариев применения генеративного ИИ в инженерных дисциплинах. В научной литературе достаточно широко обсуждаются общие возможности и риски использования больших языковых моделей в высшей школе (Ивахненко, Никольский, 2023, с. 15; Резаев, Трегубова, 2023, с. 30; Кузьминов, Кирюшина, Ворочков и др., 2024, с. 15), а также их роль в инженерной подготовке (Каптерев, 2023, с. 262; Кошкина, Бордовская, Гнедых и др., 2025, с. 45; Цыганков, Ермаков, Федик, 2025, с. 138). Вместе с тем практические сценарии применения ИИ для освоения отечественных сред динамического моделирования и решения задач тепломассообмена представлены недостаточно полно. Особого внимания требует организация учебной деятельности, при которой ИИ-подсказка помогает студенту построить блочную модель в среде SimInTech, но не заменяет самостоятельный анализ исходных уравнений и верификацию результата.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

– проанализированы теоретические основания применения генеративного ИИ в инженерном образовании;

– создан учебный сценарий взаимодействия студента с ИИ при построении блочной модели нестационарного охлаждения металлического фрагмента лопатки в среде SimInTech;

– разработаны критерии оценки дидактического качества ИИ-инструкций и обобщены результаты апробации учебного сценария на группе из 10 студентов;

– подготовлены методические рекомендации по ответственному использованию ИИ-инструментов в организации учебной работы студентов-инженеров при освоении среды динамического моделирования.

Объектом исследования является процесс освоения студентами инженерных средств математического моделирования. Предмет исследования – использование генеративного ИИ в качестве средства учебного сопровождения при построении моделей задач теплообмена в SimInTech.

Методологическую основу работы составили системный и деятельностный подходы к инженерному образованию, положения проблемно-ориентированного обучения. Для решения поставленных задач применялись следующие методы исследования:

– теоретический анализ и синтез научной литературы (работы по применению генеративного ИИ в образовании, проблемно-ориентированному обучению, преподаванию инженерного моделирования) – для определения теоретических оснований исследования и уточнения понятийного аппарата;

– моделирование – для разработки учебного сценария взаимодействия студента с ИИ при построении блочной модели в SimInTech;

– контент-анализ ИИ-ответов – для оценки полноты и корректности генерируемых инструкций по разработанным критериям;

– экспертное наблюдение – для фиксации характера учебной деятельности студентов и затруднений, возникающих при работе с ИИ-инструкциями;

– сопоставление результатов вычислительного и ручного расчетов – как процедура верификации построенной модели в среде динамического моделирования SimInTech, выполняемая студентами в рамках учебного сценария.

Теоретическую базу исследования составили труды, посвященные применению искусственного интеллекта в высшем и инженерном образовании (Левин, Пискунов, Поляков и др., 2022; Ивахненко, Никольский, 2023, с. 16), а также работы по использованию среды SimInTech для подготовки инженерных кадров и разработки цифровых двойников (Shcherbatov, Maximova, Dementev, 2020; Tsirkunov, Shatskikh, Chernetskii, 2025).

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения предложенного учебного сценария взаимодействия студента с генеративным ИИ при построении моделей в среде SimInTech в курсах тепломассообмена, математического моделирования, теплотехники, энергетики и автоматизации. Материалы статьи (учебный сценарий, требования к структуре промпта, критерии оценки дидактического качества ИИ-инструкций и методические рекомендации) могут быть использованы преподавателями для разработки

лабораторных работ, методических рекомендаций, заданий по цифровому моделированию и критериев проверки учебных работ, выполненных с применением генеративного ИИ.

Обсуждение и результаты

Теоретические основания использования генеративного ИИ в инженерной подготовке

Генеративный искусственный интеллект – это системы, способные создавать оригинальный контент в текстовой, программной или графической форме по запросу пользователя. В учебном процессе большие языковые модели выполняют широкий круг задач: от разъяснения сложных тем и подготовки тренировочных упражнений до структурирования алгоритмов действий, написания программного кода и оперативного консультирования. Как отмечают Е. Н. Ивахненко и В. С. Никольский (2023, с. 16), такие технологии могут стать как эффективным средством поддержки обучения, так и источником новых рисков – все зависит от вектора их применения в образовательной среде. В связи с этим в работе Л. В. Константиновой и коллег (Константинова, Ворожихин, Петров и др., 2023, с. 42) подчеркивается, что ключевым условием продуктивного использования ИИ становится развитие у студентов навыков критического анализа результатов, выдаваемых ИИ-ассистентами.

В инженерном образовании особенности применения ИИ выражены особенно четко. Задачи инженерной направленности редко ограничиваются простым выбором правильного ответа или воспроизведением теоретического определения. Они требуют глубокого анализа условий задачи, правильного выбора физической модели и ее допущений, проведения расчетов, проверки размерностей и аргументации полученных выводов. В связи с этим генеративный ИИ лучше рассматривать как инструмент для поддержки отдельных этапов учебной работы, а не как замену инженерному мышлению и решению задач.

А. И. Каптерев (2023, с. 260) подчеркивает необходимость развития у студентов компетенций проектировщика и конструктора, которые включают умение не только применять готовые ответы, выданные языковыми моделями, но и проверять их достоверность, оценивать размерности и понимать пределы применимости результатов. Обобщая анализ 270 отечественных исследований по теме внедрения генеративного ИИ в университетское образование, Е. А. Кошкина с соавторами (Кошкина, Бордовская, Гнедых и др., 2025, с. 50) отмечают, что наиболее интенсивно прорабатываются направления персонификации обучения, оценки результатов и дизайна учебных курсов, тогда как инженерные дисциплины пока остаются вне фокуса исследований. На примере задач математического моделирования показано, что ИИ заметно сокращает время на построение моделей. При этом верификация вычислительной схемы и критическая оценка полученных данных остаются обязательными этапами работы (Цыганков, Ермаков, Федик, 2025, с. 138).

С. И. Черных (2024) отмечает, что массовое внедрение ИИ требует глубокой трансформации дидактики. Механический перенос традиционных методик в цифровую среду не дает результата. Роль обучающегося приходится переосмысливать, смещая акцент с самого факта использования нейросетей на развитие критического мышления, этической ответственности и навыков верификации информации (Черных, 2024, с. 22). Аналогичную позицию занимают А. В. Резаев и Н. Д. Трегубова (2023, с. 25-30): искусственный интеллект не должен замещать самостоятельную познавательную деятельность, а его интеграция требует пересмотра системы оценивания в пользу формирования аналитических компетенций.

В рамках настоящего исследования ИИ рассматривается как средство инструктивной поддержки, с помощью которого студент должен:

1) перевести задачу в математическое описание;
2) определить структуру вычислительной схемы;
3) подобрать функциональные блоки в SimInTech;
4) уточнить порядок настройки параметров;
5) выбрать способы визуализации результата;
6) выделить возможные ошибки;
7) сформировать альтернативное решение через программный блок (написать код).

Такой формат работы позволяет разбирать задачу поэтапно. Вместо готового ответа студент получает последовательность действий с пояснениями. Каждый шаг можно осмыслить и проверить. При этом полезность рекомендаций зависит от точности запроса. Важно ясно обозначить исходные условия, ограничения и требования к ответу.

С педагогической точки зрения качественный запрос к ИИ (промпт) – это полноценное техническое задание. Его основу составляют физическая постановка задачи и принятые допущения. Далее приводятся исходные величины с единицами измерения, начальные и граничные условия. Отдельно указывается, в каком виде нужен результат. В запрос также следует включить требование проверить размерности. Составляя такое задание, студент учится точно формулировать инженерную задачу. Этот навык необходим и при работе с цифровыми инструментами, и во взаимодействии с другими специалистами.

Учебный сценарий взаимодействия студента с генеративным ИИ при построении блочной модели нестационарного охлаждения металлического фрагмента лопатки в среде SimInTech

Разработанный учебный сценарий включает три этапа. На первом этапе студент формулирует учебную задачу о нестационарном охлаждении металлического образца и формализует ее физико-математическую постановку. Второй этап посвящен составлению структурированного запроса к Perplexity AI. Это сервис с доступом

к различным генеративным моделям. На заключительном этапе студент строит модель в SimInTech и проверяет ее структуру. Затем он сопоставляет полученную зависимость температуры от времени с ручными расчетами.

Этап 1. Содержание первого этапа сценария составляет физико-математическая постановка учебной задачи. В данном исследовании рассматривалось нестационарное охлаждение фрагмента металлической лопатки газовой турбины. Образец отдавал теплоту в окружающую среду за счет конвекции и излучения. По условию задачи предполагалось, что в каждый момент времени температура одинакова по всему его объему. Такое допущение соответствует модели сосредоточенной теплоемкости и является приемлемым для учебной демонстрации при достаточно высокой теплопроводности материала и сравнительно малых характерных размерах исследуемого тела.

Тепловой баланс образца описывается уравнением

$$m \cdot c \cdot \frac{dT}{dt} = -h \cdot F \cdot (T - T_{air}) - \varepsilon \cdot \sigma \cdot F \cdot (T^4 - T_{sur}^4)$$

где m – масса образца, кг; c – удельная теплоемкость стального образца, Дж/(кг·К); T – текущая температура образца, К; h – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); F – площадь теплообмена, м²; T_{air} – температура воздуха, К; ε – степень черноты поверхности; σ – постоянная Стефана – Больцмана, Вт/(м²·К⁴); T_{sur} – температура окружающей поверхности, К.

Для реализации через интегратор уравнение удобно переписать в виде:

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{h \cdot F}{m \cdot c_p} \cdot (T - T_{air}) - \frac{\varepsilon \cdot \sigma \cdot F}{m \cdot c_p} \cdot (T^4 - T_{sur}^4)$$

Исходные параметры, использованные в расчете, представлены в Таблице 1.

Таблица 1. *Исходные параметры*

Параметр	Обозначение	Значение
Масса образца, кг	m	0,25
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	c	460
Площадь теплообмена, м²	F	0,015
Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К)	h	45
Степень черноты поверхности	ε	0,8
Постоянная Стефана – Больцмана, Вт/(м²·К⁴)	σ	$5{,}67 \cdot 10^{-8}$
Начальная температура, К	T_0	1100
Температура воздуха, К	T_{air}	300
Температура окружающих поверхностей, К	T_{sur}	300

При построении модели температура металлического фрагмента считается одинаковой по всему объему, поэтому теплопроводность внутри образца не рассматривается. Масса и теплоемкость образца, а также коэффициент теплоотдачи принимаются постоянными. Температура воздуха и окружающих поверхностей за время процесса не меняется. Модель учитывает потери тепла за счет конвекции и излучения, а фазовые переходы, химические реакции и изменение свойств материала в ней не рассматриваются.

Чтобы проверить, правдоподобна ли модель физически, оценим тепловые потоки в начальный момент. При T=1100 К конвективный тепловой поток составляет:

$$Q_{conv} = h \cdot F \cdot (T - T_{air}) = 45 \cdot 0{,}015 \cdot (1100 - 300) = 540 \text{ (Вт)}.$$

Лучистый тепловой поток в тот же момент составляет:

$$Q_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot F \cdot (T^4 - T_{sur}^4) = 0{,}8 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}015 \cdot (1100^4 - 300^4) = 996 \text{ (Вт)}.$$

Значит, суммарная начальная мощность тепловых потерь составит 1536 Вт.

Теплоемкость стального образца:

$$C = m \cdot c = 0{,}25 \cdot 460 = 115 \text{ (Дж/К)}.$$

Таким образом, начальная скорость охлаждения составит:

$$\left(d(T)/d(t)\right)|_{T=1100} \approx -1536/115 \approx -13{,}4 \text{ К/с}$$

Полученная оценка указывает на заметный вклад излучения в начале охлаждения. По мере снижения температуры образца лучистый тепловой поток уменьшается. Сокращается и теплоотдача конвекцией, поскольку разность температур образца и окружающей среды становится меньше. Охлаждение постепенно замедляется. Поэтому зависимость $T(t)$ имеет нелинейный характер: температура монотонно снижается, приближаясь к температуре окружающей среды.

Этап 2. Содержание второго этапа сценария составляет формирование структурированного промпта и взаимодействие студента с нейросетью.

Полезность ответа ИИ во многом зависит от точности запроса (промпта). В данном исследовании промпт – это развернутое текстовое описание задачи. В нем излагается физическая постановка и указываются принятые

допущения. Отдельно приводятся исходные данные с единицами измерения, начальные и граничные условия. Требования к форме ответа также заранее задаются. Для построения модели применялся структурированный промпт, представленный на Иллюстрации 1.

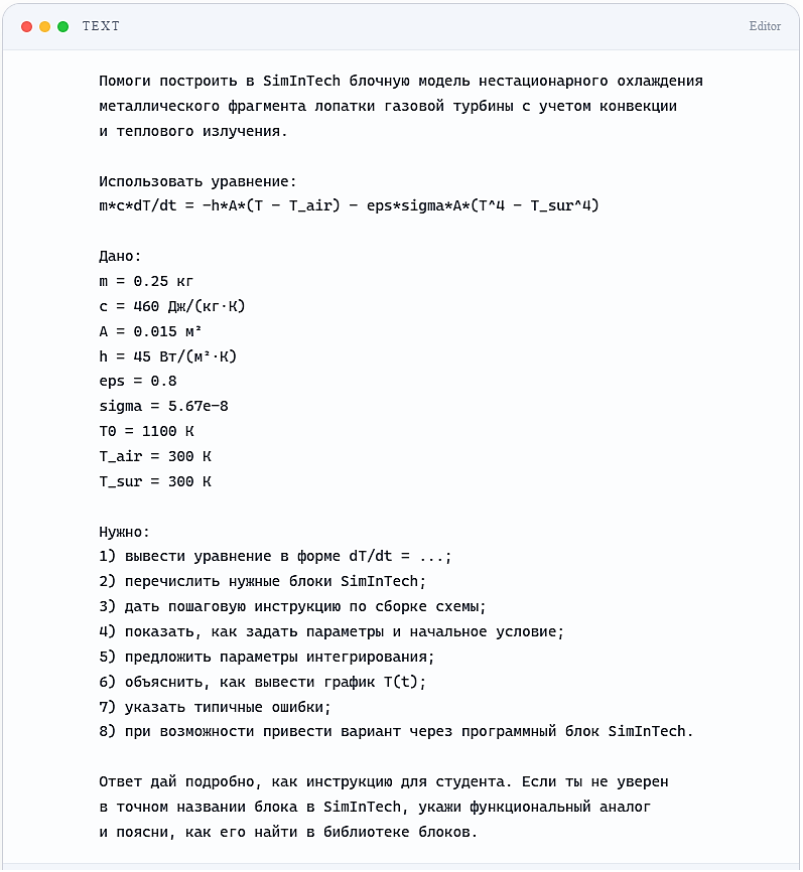


Иллюстрация 1. *Пример исходного промпта к Perplexity AI для решения поставленной задачи*

Приведенный промпт включает основные элементы корректного запроса к ИИ. Он определяет физическое содержание задачи, содержит численные значения параметров и единицы измерения, задает желаемую структуру ответа, а также требует не выдавать непроверенное название блока за точное. При недостатке уверенности модель должна предлагать функциональный аналог. Последнее условие имеет особое значение при работе со специализированным программным обеспечением, поскольку наименования блоков и состав библиотек могут изменяться в зависимости от версии программы.

Практика показала, что общего запроса вида «построй модель охлаждения в SimInTech» недостаточно. Такой запрос чаще всего приводит к слишком общему ответу, в котором отсутствуют полный набор исходных параметров, указания по единицам измерения и рекомендации по проверке модели. Структурированный запрос помогает получить подробную инструкцию по сборке модели. Студент может опираться на нее в работе, проверяя корректность рекомендаций ИИ.

Этап 3. Содержание третьего этапа сценария составляет построение модели в SimInTech и ее верификация. При реализации уравнения в SimInTech модель можно представить в виде блочной схемы. Ее основной элемент – интегратор. На его вход подается значение производной dT/dt, а на выходе формируется текущая температура T. Начальное значение температуры на выходе интегратора равно 1100 К.

Для вычисления производной определяют конвективный и лучистый тепловые потоки. Их сумму учитывают в тепловом балансе с отрицательным знаком и делят на теплоемкость образца. В схеме используются блоки постоянных величин и арифметических операций: сложения, вычитания, умножения, деления и возведения в степень. Часть вычислений можно выполнить в программируемом блоке. Названия и доступность элементов зависят от версии SimInTech и подключенных библиотек.

Результат выводится с помощью блока «Временной график», куда подсоединяется выходной сигнал с блока интегратора. При необходимости расчетные данные записываются в файл или экспортируются для дальнейшей обработки. По оси абсцисс откладывается время, по оси ординат – температура образца. Так как температура образца выше температуры окружающей среды, то результат должен демонстрировать убывание температуры от 1100 К к значению, близкому к 300 К.

Полученная зависимость (График 1) отражает физику процесса. В начальный момент скорость охлаждения высока вследствие значительной разности температур и существенного вклада теплового излучения. По мере уменьшения температуры разность сокращается, а лучистый поток падает нелинейно, поэтому кривая охлаждения становится более пологой.

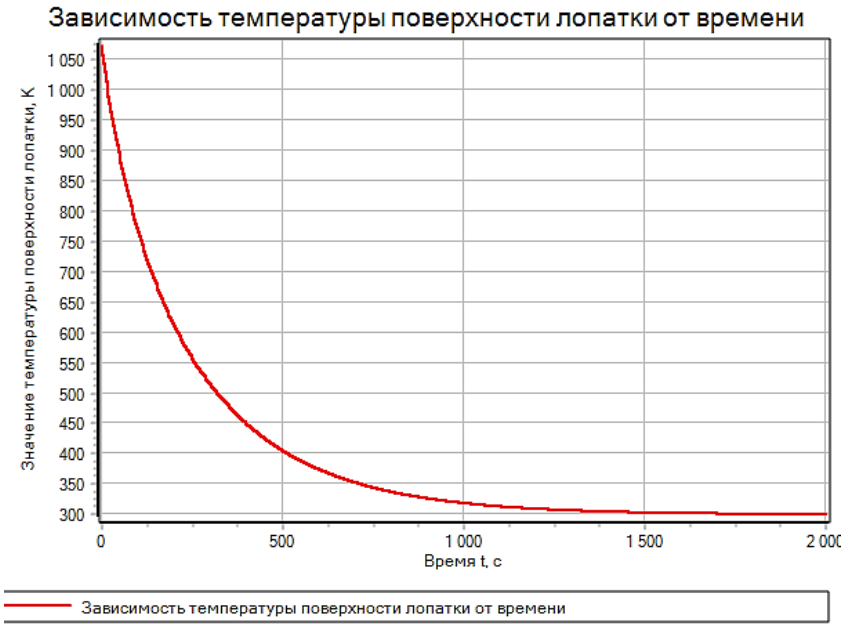


График 1. *Зависимость температуры поверхности лопатки от времени в среде SimInTech*

Альтернативой подробной блочной схеме является использование блока программирования. Генеративная модель ИИ адаптировала формулы под синтаксис SimInTech, сохраняя логику вычислений и позволяя опытным пользователям объединять блочное и программное представления модели. В результате выполнения всех инструкций студент создает упрощенную блочную модель, сокращая время на создание «цифрового двойника» своего решения. Блок-схема решения задачи по нестационарному охлаждению лопатки газовой турбины представлена на Схеме 1. Фрагмент программного кода, находящийся внутри блока «Язык программирования», представлен на Иллюстрации 2.

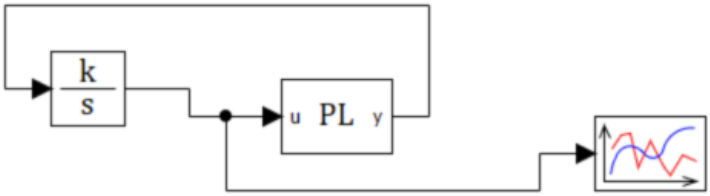


Схема 1. *Блок-схема решения задачи в среде SimInTech*

```
input u;
output y;
// Вход: u[0] = T (температура тела)
// Выход: y[0] = dTdt

const
  m     = 10.0;        // масса, кг
  cp    = 500.0;       // теплоёмкость, Дж/(кг·K)
  A     = 0.2;         // площадь поверхности, м^2
  alpha = 80.0;        // конвекция, Вт/(м^2·K)
  eps   = 0.7;         // эмиссивность
  sigma = 5.67e-8;     // Стефан-Больцман, Вт/(м^2·K^4)
  T_inf = 300.0;       // температура среды, K


  // текущая температура
  T=u;

  // конвекция
  Qconv=alpha * A * (T - T_inf);

  // излучение (T^4 и T_inf^4 через power)
  Qrad=eps * sigma * A * ( (T^4) - (T_inf^4));
```

Иллюстрация 2. *Созданный ИИ фрагмент кода для решения задачи в SimInTech*

Критерии оценки дидактического качества ИИ-инструкций и результаты апробации учебного сценария взаимодействия студента с генеративным ИИ

Предложенный сценарий был протестирован в марте 2026 года на кафедре теоретических основ теплотехники им. М. П. Вукаловича НИУ «МЭИ» в рамках дисциплины «Тепломассообмен».

В тестировании сценария участвовали 10 студентов. Каждый выполнял задание одинаковой сложности: строил модель нестационарного охлаждения металлического фрагмента лопатки газовой турбины с учетом конвективного и лучистого теплообмена. Время выполнения задания измеряли секундомером.

Студенты имели разный уровень подготовки. Отличались и их навыки работы с интерфейсом, и опыт математического моделирования. Поэтому проведенное тестирование сценария не является строгим контролируемым экспериментом. Его результаты позволяют судить о применимости предложенного учебного сценария в практике преподавания. Однако различия во времени выполнения нельзя однозначно связывать с использованием ИИ.

Ответы генеративных моделей преподаватель оценивал по следующим критериям:

– соответствие исходной физической постановке задачи;
– правильность преобразования уравнений;
– корректность единиц измерения в ответах;
– полнота перечня необходимых блоков для модели;
– логичность и последовательность инструкций;
– наличие рекомендаций по настройке численного интегрирования в задаче;
– предупреждения о типичных ошибках;
– возможность собрать предложенную схему именно в SimInTech;
– соответствие расчетной зависимости температуры физическому смыслу охлаждения.

В рамках учебной апробации был проведен замер затраченного времени на выполнение задания 10 студентами. Фиксировалось время, затраченное на переход от постановки задачи к созданию работоспособной модели с температурным графиком. Сложность задания была одинаковой, однако исходный уровень владения программой и условия выполнения работы различались. По этой причине результаты имеют ориентировочный, описательный характер.

Затраты при самостоятельном изучении программы для решения поставленной задачи в рамках обычного занятия составляют от 2 до 4 академических часов в зависимости от начальных навыков всех студентов. Использование ИИ-инструмента Perplexity AI (с автоматическим выбором лучшей нейросети) позволило сократить это время на 42 %, а при использовании альтернативных и более коротких решений на основе нескольких нейросетей (GPT-5.5, Gemini, Claude) удалось достичь дополнительного сокращения еще на 15-20%.

Полученные данные не позволяют утверждать, что одна нейросеть универсально превосходит другую. Качество ответа зависит от конкретной формулировки запроса, момента обращения, версии сервиса и того, как именно студент сформулировал задачу. Сравнение ответов показало, что разные нейросети по-разному фокусируются на решении поставленной задачи. Одни более подробно объясняют физику задачи, другие точнее описывают работу с интерфейсом. Различаются также качество кода и полнота предупреждений о возможных ошибках.

ИИ-помощник сокращает время на поиск команд и освоение программы. Студент получает последовательность действий, список блоков с их названиями и рекомендации по настройке параметров. Это позволяет уделить больше внимания физическому смыслу результатов: например, проверить размерности, рассмотреть граничные случаи и оценить, как изменение исходных данных влияет на решение.

При затруднениях студент может обратиться к ИИ с уточняющим вопросом. Например, выяснить назначение блока или порядок настройки параметра. Отдельного пояснения может потребовать и полученный график. В таких случаях пошаговая подсказка помогает разобраться в конкретной трудности. За счет этого работа над моделью идет быстрее. Вместе с тем у такого учебного сценария есть ограничения и риски. Качество и полнота инструкции во многом зависят от того, насколько грамотно составлен запрос. Существует опасность, что студент будет без проверки принимать ответы ИИ как заведомо правильные. Также сгенерированные фрагменты часто требуют адаптации к особенностям SimInTech, а параметры численного интегрирования, такие как шаг интегрирования и критерии сходимости, необходимо контролировать отдельно. Поэтому обязательной частью учебной работы должна стать проверка результатов: сравнение с ручными расчетами, контроль размерностей и анализ граничных случаев. Целесообразно также разработать методические рекомендации по составлению запросов и проверке полученных ответов.

Главное преимущество ИИ в этой работе не в том, что модель строится автоматически, а в том, что студент избавлен от рутины: не нужно долго искать нужные блоки в библиотеке, выстраивать с нуля порядок действий или придумывать структуру алгоритма. Высвободившееся время можно потратить на то, чтобы разобраться, насколько построенная модель действительно соответствует физике процесса.

Методические рекомендации по организации учебной работы студентов с генеративным ИИ при освоении среды динамического моделирования

По итогам исследования предлагается следующий порядок работы с генеративным ИИ при освоении SimInTech.

Шаг 1. Самостоятельное изучение задачи.

Прежде чем обращаться к ИИ, студент должен сам разобраться в условии: понять, какие физические процессы в нем участвуют, выписать исходные данные, определить единицы измерения и сформулировать допущения, которые будут приняты при решении.

Шаг 2. Составление структурированного запроса (промпта).

В запросе к ИИ нужно перечислить уравнения, исходные параметры, начальные и граничные условия, указать желаемый формат ответа и отдельно попросить отмечать все места, где модель требует дополнительной проверки. Общие и неопределенные формулировки лучше не использовать, так как с ними рекомендации получаются менее точными и полезными.

Шаг 3. Получение ответа и его критический разбор.

Студент должен внимательно проверить, все ли параметры учтены, правильно ли раскрыты уравнения, логична ли последовательность действий, соблюдены ли единицы измерения и нет ли в ответе недостоверных сведений о блоках программы.

Шаг 4. Создание модели в SimInTech.

Модель строится посредством создания блок-схемы или в комбинации блочной структуры с программным модулем. Начинающим рекомендуется выбрать блочный метод, так как он лучше отображает физическую суть уравнения.

Шаг 5. Верификация модели.

На этом этапе необходимо провести проверку размерностей, проанализировать знаки величин, оценить начальную динамику процесса, рассмотреть граничные случаи и сравнить результаты с ручными расчетами.

Шаг 6. Документирование процесса работы с ИИ.

В отчете студент обязан зафиксировать, какой инструмент ИИ использовался, с какой целью, какой именно запрос был сформулирован, какую поддержку оказала система и какие действия выполнялись самостоятельно. Предложенная фиксация способствует соблюдению академической честности и позволяет преподавателю оценить не только конечный результат, но и ход решения.

Шаг 7. Рефлексия и защита результатов.

Студент должен уметь объяснить каждый компонент модели, аргументировать выбор параметров, разъяснить физический смысл полученных графиков и обозначить ограничения выбранной модели. Использование текста или кода, сгенерированного ИИ, не может стать самостоятельным основанием для успешной сдачи решения задачи без понимания всего хода решения.

При такой реализации учебного сценария меняется роль преподавателя. Он уже не просто помогает работать с интерфейсом программы, а помогает правильно поставить задачу, следит за корректностью принятых допущений. Преподаватель учит студента проверять ответы ИИ и оценивать качество построенной модели. Ответственность за принятое инженерное решение при этом остается за студентом. Для будущего инженера важно не просто владеть цифровыми инструментами. Он должен уметь обосновать свой выбор и объяснить полученные результаты.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Теоретический анализ показал, что генеративный ИИ в инженерном образовании дидактически оправдан как средство инструктивной поддержки отдельных этапов учебной работы. Как источник готового решения он такой роли не выполняет. Инженерная задача требует от студента анализа условий, выбора физической модели и допущений, проверки размерностей и аргументации выводов. Поэтому включение ИИ в обучение продуктивно, только если сохраняется самостоятельная познавательная деятельность студента и целенаправленно формируются навыки критической проверки ответов нейросети.

2. Разработанный учебный сценарий включает три этапа: формализацию физико-математической постановки задачи, составление структурированного промпта, построение и верификацию модели в SimInTech. Сценарий распределяет функции так, что постановка задачи и проверка результата остаются за студентом, а ИИ помогает перевести уравнение теплового баланса в блочную схему. Результативность сценария определяется прежде всего качеством промпта. В нем должны быть физическая постановка, исходные данные с единицами измерения, начальные и граничные условия, требования к форме ответа и к указанию спорных мест. Тем самым промпт становится учебным аналогом технического задания, а его составление формирует умение точно ставить инженерную задачу. На задаче о нестационарном охлаждении фрагмента лопатки газовой турбины показано, что сценарий позволяет получить физически корректную модель: расчетная зависимость согласуется с ручной оценкой.

3. Разработанные критерии оценки дидактического качества ИИ-инструкций позволяют преподавателю судить о том, пригоден ли ответ нейросети для самостоятельной учебной работы студента. Апробация учебного сценария показала, что инструктивная поддержка ИИ снижает технические барьеры освоения SimInTech. Время построения модели сократилось на 42-62% по сравнению с самостоятельным изучением программы. Кроме того, внимание студентов смещается с интерфейса на анализ физических допущений, проверку размерностей и интерпретацию результатов. Выборка мала, а подготовка участников неоднородна, поэтому эти выводы предварительны. Для их подтверждения необходим контролируемый педагогический эксперимент на более широкой выборке.

4. Ответственное использование ИИ-инструментов в учебной работе обеспечивается такими условиями, как обязательная верификация модели, документирование обращения к ИИ и защита результатов. В отчете фиксируются факт обращения, текст запроса, характер полученной помощи и объем самостоятельно выполненной работы. Поэтому предмет оценивания должен сместиться с итогового файла модели на способность студента объяснить структуру схемы, обосновать принятые допущения и параметры и интерпретировать полученные результаты.

Перспективы дальнейших исследований включают проведение контролируемого педагогического эксперимента с контрольной и экспериментальной группами, а также разработку шкалы оценки качества ИИ-инструкций для SimInTech, сравнение стратегий промпт-инжиниринга и изучение влияния ИИ-ассистента на формирование навыков верификации, инженерного мышления и самостоятельности студентов. Отдельное направление будущих исследований – это создание специализированного учебного ИИ-помощника, основанного на документации SimInTech и снабженного встроенными методическими ограничениями для исключения непроверенных или полностью готовых решений.

Материалы исследования | Research materials

1. SimInTech: среда динамического моделирования технических систем. Версия 4.6. М.: 3В Сервис, 2023.

Источники | References

1. Вовк Е. В. Методы искусственного интеллекта в учебном процессе высшей школы // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77-1.
2. Жуковский А. А. Современные подходы к обучению нейросетям в инженерном образовании // Научный Лидер. 2025. № 23 (224).
3. Ивахненко Е. Н., Никольский В. С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 4. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22
4. Калина А. А., Тимощенко Т. Н., Леоник Ю. С. Цифровая трансформация инженерной подготовки // Перспективные направления развития машиностроения в области мобильных машин, технологического оборудования и энергетических систем: сборник материалов 23-й Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике». Мн.: Белорусский национальный технический университет, 2026.
5. Каптерев А. И. Вызовы генеративного искусственного интеллекта для системы высшего образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2023. Т. 20. № 3. https://doi.org/10.22363/2312-8631-2023-20-3-255-264
6. Константинова Л. В., Ворожихин В. В., Петров А. М., Титова Е. С., Штыхно Д. А. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы // Открытое образование. 2023. Т. 27. № 2. https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-2-36-48
7. Кошкина Е. А., Бордовская Н. В., Гнедых Д. С., Хромова М. А., Демьянчук Р. В., Исхакова М. П., Балышев П. А. Генеративный искусственный интеллект в высшем образовании: обзор теоретических подходов и практик применения // Высшее образование в России. 2025. Т. 34. № 6. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2025-34-6-36-57
8. Кузьминов Я. И., Кирюшина М. А., Ворочков А. П., Кручинская Е. В., Терентьев Е. А., Фрумин И. Д. Начало конца или новой эпохи? Эффекты генеративного искусственного интеллекта в высшем образовании. М.: Национальный исследовательский университет Высшей школы экономики, 2024.
9. Левин Б. А., Пискунов А. А., Поляков В. Ю., Савин А. В. Искусственный интеллект в инженерном образовании // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 7. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-7-79-95
10. Резаев А. В., Трегубова Н. Д. ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нам ожидать? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 6. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37
11. Цыганков А. В., Ермаков Н. С., Федик В. А. Применение искусственного интеллекта при создании математических моделей // Теплоэнергетика и теплотехника: материалы 81-й научно-технической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы энергетики». Мн.: Белорусский национальный технический университет, 2025.
12. Черных С. И. Генеративный искусственный интеллект в обучении: перспективы новой дидактики // Философия образования. 2024. Т. 24. № 2. https://doi.org/10.15372/PHE20240205
13. Shcherbatov E., Maximova N., Dementev D. Applying of Modeling Tools Pack SimInTech in the Engineering Personnel Preparation for the Energy Sector // Proceedings of the 5th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino) (Moscow, April 14-15, 2020). Moscow: National Research University “Moscow Power Engineering Institute” (MPEI), 2020.
14. Tsirkunov M. S., Shatskikh J. V., Chernetskii M. Y. U. Development of a Digital Twin of a Heat Recovery Steam Generator in the SimInTech 64 Environment // 7th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA) (Lipetsk, November 12-14, 2025). Lipetsk: Lipetsk State Technical University, 2025.

Информация об авторах | Author information

RU

Шацких Юлия Владимировна[1], к. техн. н., доц.
Абрамова Дарья Александровна[2]
[1, 2] Национальный исследовательский университет «МЭИ»

EN

Yulia Vladimirovna Shatskikh[1], PhD
Darya Aleksandrovna Abramova[2]
[1, 2] National Research University “Moscow Power Engineering Institute”

[1] *Shatskih_jv@mail.ru,* [2] *Abramovada@mpei.ru*

Информация о статье | About this article

Дата поступления рукописи (received): 20.10.2026; опубликовано online (published online): 25.11.2026.

Ключевые слова (keywords): искусственный интеллект; генеративные модели; среда динамического моделирования SimInTech; математическое моделирование; инструктивная поддержка студентов; artificial intelligence; generative models; SimInTech dynamic modeling environment; mathematical modeling; instructional support for students.