



МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ/METHODOLOGY AND TECHNOLOGY OF VOCATIONAL EDUCATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47> EDN: WTUEQA**WISE TASK: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Научная статья

Малютин Е.В.^{1,*}¹ ORCID : 0009-0005-5549-5172;¹ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (egormalyutin1997[at]gmail.com)

Аннотация

Статья посвящена исследованию педагогического потенциала интеллектуальной обучающей системы Wise Task, реализующей модель учебной деятельности «постановка задачи → верификация решения». Актуальность исследования обусловлена противоречием между активным внедрением автоматизированных и интеллектуальных цифровых образовательных средств и риском подмены самостоятельного мышления обучающихся алгоритмически заданными сценариями и готовыми решениями. В условиях развития систем автоматического решения задач особое значение приобретает поиск таких архитектур цифровых сред, которые не заменяют интеллектуальную деятельность студента, а поддерживают её формализацию, проверку и рефлекссию.

Цель исследования заключается в выявлении педагогических эффектов использования системы Wise Task как среды интеллектуального партнерства, ориентированной на развитие самостоятельного мышления, навыков формализации и алгоритмической проверки решений. В работе рассматриваются концептуальные основания и архитектура системы Wise Task, основанной на отказе от эталонных ответов и использовании онтологии предметной области для алгоритмической верификации пользовательских решений.

Методология исследования включает педагогический эксперимент, анализ цифровых протоколов учебной деятельности, а также сравнительный анализ когнитивных стратегий обучающихся. Эмпирическая апробация проведена на базе СПбГЭТУ «ЛЭТИ» в рамках изучения теории графов с участием студентов направления «Прикладная математика и информатика». В ходе эксперимента проанализированы особенности работы студентов с различными когнитивными ориентациями, а также количественные и качественные показатели их учебной активности.

Результаты исследования показывают, что использование Wise Task способствует развитию метапредметных компетенций, включая способность к постановке и формализации задач, рефлексии собственных рассуждений и интеграции теоретического и алгоритмического мышления. Система выступает не как средство автоматического контроля, а как интеллектуальный партнер, обеспечивающий условия для осмысленного конструирования и проверки решений. Полученные результаты подтверждают педагогическую целесообразность применения архитектуры Wise Task в обучении математическим дисциплинам и её потенциал для дальнейшего развития цифровых образовательных сред.

Ключевые слова: Wise Task, цифровые образовательные технологии, педагогическая задача, интеллектуальное партнерство, верификация решений, теория графов.

WISE TASK: INTELLIGENT PARTNERSHIP IN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Research article

Malyutin E.V.^{1,*}¹ ORCID : 0009-0005-5549-5172;¹ Saint Petersburg Electrotechnical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (egormalyutin1997[at]gmail.com)

Abstract

The article is devoted to researching the pedagogical potential of the Wise Task intelligent learning system, which implements the ‘task setting → solution verification’ model of learning. The relevance of the study is due to the contradiction between the active introduction of automated and intelligent digital educational tools and the risk of replacing students' independent thinking with algorithmically defined scenarios and ready-made solutions. In the context of the development of automatic problem-solving systems, it is particularly important to find digital environments that do not replace students' intellectual activity, but rather support its formalisation, verification and reflection.

The aim of the study is to identify the pedagogical effects of using the Wise Task system as an intellectual partnership environment focused on developing independent thinking, formalisation skills, and algorithmic verification of solutions. The paper examines the conceptual foundations and architecture of the Wise Task system, which is based on the rejection of standard answers and the use of subject area ontology for algorithmic verification of user decisions.

The research methodology includes a pedagogical experiment, analysis of digital protocols of educational activities, and comparative analysis of students' cognitive strategies. Empirical testing was conducted at SPbSETU ‘LETI’ as part of the study of graph theory with the participation of students majoring in ‘Applied Mathematics and Informatics.’ During the experiment,

the characteristics of students with different cognitive orientations were analysed, as well as quantitative and qualitative indicators of their learning activity.

The results of the research show that the use of Wise Task contributes to the development of meta-subject competencies, including the ability to set and formalise tasks, reflect on one's own reasoning, and integrate theoretical and algorithmic thinking. The system acts not as a means of automatic control, but as an intellectual partner, providing conditions for meaningful construction and verification of solutions. The results confirm the pedagogical feasibility of using the Wise Task architecture in teaching mathematical disciplines and its potential for further development of digital educational environments.

Keywords: Wise Task, digital educational technologies, pedagogical task, intellectual partnership, verification of solutions, graph theory.

Введение

Активное развитие цифровых образовательных технологий в последние годы существенно изменило способы организации учебного процесса. Автоматизированные обучающие системы, интеллектуальные тренажеры и платформы цифрового контроля знаний широко применяются при обучении математике, обеспечивая оперативную обратную связь и масштабируемость образовательных практик [1], [2], [5], [6]. Вместе с тем в научных исследованиях указывается на противоречие между ростом вычислительных возможностей таких систем и риском вытеснения самостоятельного мышления учащихся, когда учебная деятельность сводится к подбору формально корректного ответа или использованию готовых алгоритмов без осмысления процесса решения [8], [9], [10].

В этой связи актуальной становится задача разработки цифровых образовательных средств, ориентированных не на подмену интеллектуальной деятельности обучающегося, а на её поддержку и развитие. Современные педагогические исследования подчеркивают необходимость перехода от парадигмы автоматизированного контроля к моделям взаимодействия, в которых цифровая система выступает интеллектуальным партнером, стимулирующим постановку задач, формализацию рассуждений и рефлексию собственных действий [2], [3], [11], [14]. Особое значение приобретает поиск таких архитектур цифровых систем, которые позволяют сделать мыслительные процессы обучающегося наблюдаемыми, проверяемыми и доступными для анализа.

Одним из возможных решений данной проблемы является интеллектуальная обучающая система Wise Task, реализующая модель учебной деятельности «постановка задачи → верификация решения». Wise Task предполагает активное участие обучающегося в формулировании условий задачи и построении её формальной модели. Проверка корректности решения осуществляется алгоритмически на основе онтологии предметной области и не опирается на заранее заданные эталонные ответы. Таким образом, система не решает задачу за пользователя, а выполняет функцию интеллектуального собеседника, обеспечивающего формальную интерпретацию и верификацию построенных рассуждений.

В этой связи целью настоящего исследования является выявление педагогического потенциала интеллектуальной обучающей системы Wise Task как среды интеллектуального партнерства, ориентированной на развитие самостоятельного мышления обучающихся.

Для достижения поставленной цели в работе используются методы педагогического эксперимента, анализа цифровых протоколов учебной деятельности и сравнительного анализа когнитивных стратегий обучающихся. Эмпирическая апробация системы Wise Task проведена на базе Санкт-Петербургского электротехнического университета «ЛЭТИ» с участием студентов направления «Прикладная математика и информатика».

Теоретические основы проектирования интеллектуальной обучающей системы Wise Task

Современные цифровые образовательные технологии в области математики демонстрируют значительное разнообразие подходов к организации учебной деятельности. Вместе с тем большинство существующих решений ориентировано либо на автоматизацию вычислений, либо на контроль результата, что ограничивает возможности их использования для развития самостоятельного мышления обучающихся. Для уточнения места интеллектуальной обучающей системы Wise Task целесообразно рассмотреть основные типы цифровых систем, применяемых в образовательной практике.

Первый тип образуют системы автоматического решения задач (Black Box systems), к которым относятся калькуляторы и интеллектуальные решатели, такие как Photomath или Wolfram|Alpha. Принцип их работы прост: пользователь вводит задачу, а система выдает готовое решение. Несмотря на технологическую сложность, такие системы полностью исключают элемент рассуждения со стороны обучающегося, тем самым подменяя мышление автоматической процедурой [4], [7].

Второй тип составляют цифровые рабочие тетради и тестовые системы (Digital Workbooks), реализуемые в рамках LMS-платформ. Для них характерно наличие заранее заданного множества правильных ответов и сценариев проверки. Такие системы эффективно решают задачи контроля и тренировки, однако ориентированы преимущественно на проверку конечного результата и слабо поддерживают процессы постановки задачи, анализа условий и рефлексии хода решения [5], [8], [14].

Третий тип представляют интерактивные математические системы. Инструментальные среды динамической геометрии, такие как The Geometer's Sketchpad, («Живая математика»), 1С Математический конструктор, GeoGebra [11], [12] показали, что именно экспериментальная верификация математических построений перспективна для развития компьютерных средств поддержки преподавания математики, несмотря на то, что первоначально среды динамической геометрии предназначались для визуализации геометрических построений. Концепция Wise Tasks близка по своим целям к целям систем динамической математики, однако в ней акцент делается на возможности пользователям создавать в предметной среде самопроверяемые задачи, при этом верификация решения осуществляется самой системой по модели предметной области, если задача поставлена средствами этой среды.

Четвертый тип образуют интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems, ITS), реализующие адаптацию учебного материала под уровень обучающегося и отслеживание индивидуальной траектории обучения [3]. Такие системы способны учитывать ошибки, подбирать задания и предоставлять подсказки, однако их взаимодействие с обучающимся, как правило, строится в рамках заранее заданных моделей задач и сценариев обучения. Возможность самостоятельной постановки задач и проверки нестандартных решений в них существенно ограничена.

Рассмотренные типы цифровых систем, кроме средств динамической математики, подвержены нейтрализующему их эффективности противодействию: в условиях развития систем автоматического решения задач, в том числе на основе ИИ, усиливается риск подмены учебной деятельности автоматизированными процедурами. В этом контексте возникает необходимость развития подхода, при котором цифровая система не решает задачу за обучающегося и не навязывает фиксированные сценарии, а создает условия для поддержки собственных путей решения задачи учеником и их проверки.

Такой подход реализуется в концепции интеллектуальной обучающей системы Wise Task («Умные задачи»), основанной на модели «постановка задачи → верификация решения» [15]. В рамках данной концепции задача рассматривается не как объект с заранее известным ответом, а как пространство взаимодействия обучающегося и системы. Пользователь самостоятельно формулирует условия задачи и строит модель решения, в то время как система обеспечивает формальную интерпретацию и алгоритмическую проверку корректности полученного результата [1], [15], [16], [17].

Как отмечают в работе [15], архитектура «умных задач» включает этапы:

- постановки условия, которое система интерпретирует в своей предметной модели;
- предложения решения обучающимся;
- алгоритмической проверки на соответствие условиям и логике области знания.

Термин Wise Task отражает отказ от логики автоматического решения и контроля. «Умной» здесь является не сама задача и не система как вычислительный инструмент, а организация учебной деятельности, в которой цифровая среда выступает интеллектуальным партнёром обучающегося [1]. Система не подсказывает решение и не оценивает правильность по шаблону, а выявляет логические несоответствия, ограничения формализации и границы корректности рассуждения.

Таким образом, Wise Task — это цифровая образовательная технология, которая работает в качестве учебного собеседника. В отличие от интерактивных математических систем, она ориентирована на формальную верификацию; в отличие от интеллектуальных обучающих систем — на самостоятельную постановку задач; в отличие от тестовых и решающих систем — на процесс мышления, а не на конечный результат. Это позволяет рассматривать Wise Task как средство педагогического моделирования учебной деятельности, в котором формализация и проверка становятся не техническими процедурами, а центральными элементами обучения.

Структурно-функциональная модель интеллектуальной обучающей системы Wise Task

Рассмотренные теоретические основания позволяют рассматривать интеллектуальную обучающую систему Wise Task не просто как программно-технический продукт, а как средство педагогического моделирования, то есть как инструмент, в котором воплощается логика учебной деятельности.

В Wise Task эта логика реализована через четко структурированную архитектуру, обеспечивающую движение от постановки задачи к проверке решения. Архитектура строится на принципе модульности, обеспечивающем четкое разделение функций между элементами системы, участвующими в цикле «постановка задачи → интерпретация → верификация решения». Такое распределение функций не является только техническим: за каждым модулем скрывается определённый тип учебной деятельности, а значит, своя педагогическая функция.

Кратко архитектуру можно описать следующим образом:

- визуальный и/или текстовый интерфейс постановки задач;
- интерпретационный модуль, осуществляющий перевод пользовательских формулировок в формальные структуры;
- модуль алгоритмической верификации;
- онтологию предметной области, задающую формальные ограничения и правила вывода.

Далее подробно раскроем каждый из пунктов.

Первым звеном архитектуры выступает интерфейс постановки задачи, который предоставляет пользователю возможность формулировать условия в визуальной и/или текстовой форме. В математических доменах это может быть, например, Wise Task Graph [17], позволяющий строить графовые структуры, определять связи между объектами и формулировать гипотезы об их свойствах (см. рисунок 1). Именно здесь возникает начальная педагогическая ситуация — момент превращения интуитивного замысла в формализованное задание. Учащийся не получает готовой задачи, а создает её сам, что формирует навыки смыслового анализа, точности формулировки и осознания ограничений собственной модели.



Рисунок 1 - Рабочее поле системы Wise Task Graph
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.1>

Следующим элементом архитектуры является интерпретационный модуль, который преобразует пользовательские формулировки в формальные структуры внутреннего языка системы. Этот процесс включает синтаксический и семантический анализ, а также перевод визуальных и текстовых элементов в логические представления. Педагогически данный этап выполняет роль обратной связи: пользователь видит, как система «понимает» его формулировку, и тем самым осознает границы точности собственного описания. Формализация становится инструментом рефлексии — учащийся сравнивает замысел и результат его машинной интерпретации.

Центральное место в архитектуре занимает модуль верификации решений, реализующий алгоритмическую проверку соответствия между условиями задачи и предложенным решением. В отличие от традиционных обучающих систем, интеллектуальная обучающая система Wise Task не опирается на заранее заданные правильные ответы. Проверка осуществляется на основе логических выводов, алгоритмов и формальных ограничений, заданных онтологией. С педагогической точки зрения это принципиально меняет характер контроля: он перестает быть внешней оценкой и превращается в форму самопроверки, при которой обучающийся наблюдает ход формального «рассуждения» системы над собственной конструкцией (заметим, что системы динамической геометрии заняли устойчивую позицию в обучении математике именно благодаря возможности верифицировать решения посредством «ручного» изменения параметров конструкций).

Формальную основу интеллектуальной обучающей системы образует база знаний и онтология предметной области, включающая аксиомы, определения, правила вывода и теоремы. Она служит фундаментом логических проверок и определяет границы корректных рассуждений. Для обучающегося это не просто источник информации, а образец структурной организации знаний. Взаимодействуя с онтологией, студент осваивает принципы системности и взаимосвязи понятий, что способствует переходу от интуитивного понимания к концептуальному.

Обобщая всё вышесказанное, можно сказать, что архитектурная модель отражает следующий педагогический цикл (см. таблицу 1):

Таблица 1 - Педагогический цикл
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.2>

Этап	Модуль	Компетенции
Осознание и формулировка проблемы	Интерфейс постановки задачи	Развитие способности к формализации и постановке целей
Моделирование и структурирование	Интерпретационный модуль	Осознание структуры задачи и её ограничений
Проверка и анализ решения	Модуль верификации	Формирование критического мышления и рефлексии
Сопоставление с теоретической основой	База знаний (онтология)	Освоение логико-структурных связей знаний

Интерфейс стимулирует постановку задачи, интерпретационный модуль формирует осознание структуры, модуль проверки развивает аналитическое мышление, а база знаний обеспечивает опору на системность. Совместная работа этих элементов позволяет обучающемуся пройти путь от замысла до формального доказательства, сохраняя активную позицию субъекта и превращая процесс решения в процесс осмысленного конструирования.

Специфика архитектуры Wise Task заключается в том, что она делает возможным осознанное соединение содержания и формы мышления. Система показывает, что формализация — не противоположность пониманию, а его продолжение в другой логике.

Для преподавателя архитектура выступает как инструмент педагогического конструирования: можно создавать учебные ситуации, где учащиеся ставят задачи друг другу, анализируют корректность формулировок, реализуют алгоритмы проверки и обсуждают результаты. Тем самым Wise Task превращается в модель учебной коммуникации, где взаимодействие человека и системы становится аналогом взаимодействия ученика и учителя — но на уровне рассуждения и проверки.

Реализация интеллектуальной обучающей системы Wise Task опирается на распределённый технологический стек, обеспечивающий поддержку ключевых педагогических требований: формализацию пользовательских задач, алгоритмическую верификацию решений, фиксацию цифровых следов учебной деятельности и расширяемость предметных областей. Архитектура системы построена по клиент-серверному принципу с модульным разделением функциональных компонентов.

Стек технологий системы Wise Task включает 5 блоков.

Серверную часть:

- язык программирования: Java 17+;
- фреймворк: Spring Boot (модули Web, Security, Data, GraphQL);
- система сборки и управления зависимостями: Gradle.

Интерфейсы взаимодействия:

- REST API — для внутренних сервисных вызовов,
- GraphQL — для взаимодействия с клиентской частью и предметными модулями.

Хранилища данных:

- PostgreSQL — для хранения структурированных данных (пользователи, задачи, сценарии взаимодействия, плагины системы);
- MongoDB — для хранения и обработки сложных графовых моделей решений и их версий, формируемых в процессе учебной деятельности.

Клиентскую часть:

- язык программирования: JavaScript (ES6+);
- фреймворк пользовательского интерфейса: Vue.js (версия 3);
- библиотека UI-компонентов: Vuetify;
- средство визуального конструирования графов и формальных моделей: vue-flow;
- система сборки и разработки: Vite.

Средства взаимодействия и типизации данных:

- Apollo GraphQL — для организации клиент-серверного обмена;
- graphql-codegen — для генерации типизированных запросов и схем, обеспечивающих согласованность данных между уровнями системы.

Архитектура и технологическая реализация системы Wise Task подчинены не только программно-техническим, но и педагогическим требованиям, вытекающим из концепции интеллектуального партнерства. К числу ключевых требований относятся:

1. Поддержка самостоятельной постановки задач. Система должна предоставлять пользователю инструменты для формулирования условий задачи в визуальной и/или текстовой форме без использования заранее заданных эталонных ответов.

2. Формальная интерпретация пользовательских моделей. Реализация должна обеспечивать перевод пользовательских формулировок в формальные структуры внутреннего языка системы с опорой на онтологию предметной области.

3. Алгоритмическая верификация решений. Проверка корректности решения должна осуществляться на основе логических правил, алгоритмов и ограничений предметной области, а не через сопоставление с шаблонными решениями.

4. Модульность и расширяемость предметных областей. Архитектура должна допускать подключение новых предметных модулей (например, графы, комбинаторика, геометрия) без изменения базового ядра системы.

5. Фиксация цифровых следов учебной деятельности. Система должна автоматически сохранять историю действий обучающегося, версии задач и решений, результаты проверок и обращения к модулям интерпретации и верификации.

Выявление педагогического потенциала системы Wise Task

Для выявления педагогического потенциала интеллектуальной обучающей системы Wise Task был организован учебный эксперимент. Его центральной задачей стал поиск ответа на вопросы: каким образом архитектура «постановка задачи → верификация решения» воздействует на формирование у студентов ключевых компетенций — формализации, алгоритмизации и самопроверки? Может ли цифровая среда стать не просто инструментом, а полноценным участником учебного процесса?

Для этого была смоделирована учебная ситуация, основанная на принципе взаимодополняющей деятельности: одна группа участников сосредоточилась на конструировании задач, а другая — на разработке алгоритмов их проверки. Такой замысел позволил рассматривать интеллектуальную обучающую систему Wise Task как лабораторию для изучения совместного мышления, где студенты с разными когнитивными профилями — «математики» и «программисты» — вступают в диалог, обмениваясь своими подходами к постановке и верификации задач.

Исследование проходило на базе Санкт-Петербургского электротехнического университета «ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») и включало 105 студентов направления «Прикладная математика и информатика». Выполнение работ вместе с их защитой было включено в учебную программу как коллоквиум по предмету «Комбинаторика и теория графов».

Выбор этой группы не случаен: данное направление объединяет студентов с разными доминирующими когнитивными ориентациями — математической (аналитико-теоретической) и программной (алгоритмической). Такая междисциплинарность позволила рассматривать эксперимент не только как проверку эффективности системы, но и как педагогическую модель интеграции математического и вычислительного мышления (computational thinking).

Эксперимент проводился в течение учебного семестра в рамках практических занятий по теории графов. Студенты в соответствии с их специализациями и интересами были разделены на два подмножества:

- «Математики» — студенты, сосредоточенные на теоретическом анализе задач и точности формулировок;
- «Программисты» — студенты, ориентированные на реализацию алгоритмов.

Wise Task Graph (подвид интеллектуальной обучающей системы Wise Task, на базе которого проводился коллоквиум) предназначена для работы с графовыми структурами [18]. Она сочетает визуальное представление и формальную строгость, позволяя пользователю конструировать задачи в виде графов и сразу получать их формальное описание.

Студенты «математики» специализировались на создании содержательных задач. Их целью была разработка заданий по теории графов, которые затем тестировались на одnogруппниках. Wise Task Graph стал средством осмысления отношений между объектами: вершины и рёбра графа приобретают смысл математических понятий и зависимостей. Процесс построения задачи требует точности формулировки, выбора ограничений, выделения инвариантов.

Студенты «программисты» нацелены на написании алгоритмов верификации. Их задачей была разработка программных модулей, способных автоматически проверять корректность решений предложенных задач. Это требовало формализации условий, учета пограничных случаев и создания надежных проверочных алгоритмов.

Таким образом, одна и та же архитектура выступила средой двух типов деятельности — постановочной и алгоритмической, объединённых общим формальным языком.

На первом этапе участники ознакомились с интерфейсом и архитектурой Wise Task Graph, освоили принципы формальной интерпретации задач и работы с онтологией предметной области. На втором этапе «математики» разрабатывали собственные задачи, формулируя их в визуальной и текстовой форме, а «программисты» создавали модули проверки, использующие внутренние алгоритмы верификации. Стоит уточнить, что параллельно с этим все студенты вели протоколы выполнения задания.

Заключительный этап включал взаимное тестирование и рефлекссию: задачи одной подгруппы проверялись другой, после чего результаты обсуждались коллективно. В процессе обсуждений анализировались не только ошибки и неточности, но и сама структура взаимодействия между постановкой и проверкой задач.

В заключение эксперимента было организовано анонимное анкетирование студентов, направленное на оценку эффективности формата работы, уровня подготовки, сложности заданий, а также влияния системы Wise Task Graph на понимание учебного материала.

В рамках настоящего исследования количественная оценка проведена за счёт использования анализа «цифровых следов учебной» деятельности, автоматически фиксируемых системой Wise Task Graph в процессе выполнения заданий.

Количественная оценка была основана на анализе истории взаимодействия обучающихся с системой, включающей последовательность постановки и корректировки задач, обращений к модулю интерпретации и верификации, а также изменения формальных моделей решений. Развитие компетенции постановки и формализации задач оценивалось через количество итераций уточнения условий и исправлений формальной модели до достижения корректной интерпретации системой. Увеличение числа осмысленных корректировок при одновременном снижении доли случайных изменений рассматривалось как показатель роста способности обучающихся к точной формализации и осознанию ограничений собственной модели.

Развитие рефлексивных умений оценивалось на основе анализа протоколов решений и истории изменений моделей, в которых фиксировались возвраты к предыдущим версиям, последовательность исправлений и комментарии, сопровождающие процесс работы. Наличие осмысленных возвратов и поэтапных корректировок, связанных с результатами верификации, рассматривалось как количественный индикатор рефлексивного отношения к учебной деятельности. Дополнительно анализировалась степень согласованности между теоретическим обоснованием задачи и её алгоритмической реализацией. Снижение числа случаев, когда формально корректный алгоритм не соответствовал логике постановки задачи, рассматривалось как показатель интеграции теоретического и операционального уровней мышления.

Результаты апробации системы Wise Task. Анализ протоколов выполнения коллоквиума группой «математиков»

Взаимодействие студентов с системой включало работу с онтологией задач, формализацию условий в графовой форме, построение решений и загрузку их в модуль проверки. Таким образом, полученные протоколы представляли собой не только текстовые описания решений, но и фиксированную последовательность действий студентов внутри системы: выбор параметров графа, построение вершинно-рёберной структуры, последовательность исправлений и итоговую проверку.

В этой части эксперимента приняли участие 34 студента группы математиков. Каждый участник работал индивидуально, при этом система Wise Task Graph автоматически фиксировала историю действий и метаданные активности. В совокупности было создано 68 уникальных графовых моделей, загружено более 110 версий решений и

выполнено около 400 проверок свойств (в среднем 16–18 итераций проверки на одного студента). Из них примерно 70% попыток завершились корректной верификацией, а остальные были отклонены системой из-за несоответствия одному или нескольким условиям.

Анализ материалов показал, что типичной стратегией участников было начало решения с явной фиксации теоретических оснований задачи. В большинстве протоколов студенты сначала обращались к определениям (хроматическое число, фактор-критичность, связность, эксцентриситет), а затем переводили их в формальные требования к графовой модели внутри Wise Task Graph. Эта последовательность «теория → формализация → построение графа» демонстрирует осознанное использование платформы как инструмента для проверки корректности не только готового результата, но и логики построения решения. Однако глубина теоретической опоры варьировалась: часть обучающихся ограничивалась перечислением терминов без указания их роли в решении, тогда как более сильные участники связывали теоретическое определение с конкретным логическим шагом построения.

Рассмотрим описанный подход, на примере протокола одного из студентов.

Известно:

- Сеть двусвязна (нет точек сочленения).
- Максимальная степень вершины $\Delta(G)=4$, минимальная $\delta(G)=2$.
- Рёберная связность $\lambda(G)=2$ (наименьшее количество рёбер, удаление которых приводит к несвязному графу).
- Граф не является двудольным, но является 3-раскрашиваемым
- Граф является планарным (сеть можно изобразить на плоскости без пересечений кабелей (рёбер)).

Требуется: Построить пример такой сети, удовлетворяющий всем условиям.

Почему именно такие условия?

- **Двусвязность:** Гарантирует работу сети при отказе одного сервера или канала.
- **Степени вершин:** Ограничивает нагрузку на отдельные серверы.
- **Планарность:** Упрощает монтаж кабелей и снижает помехи.
- **3-раскраска:** Позволяет логически разделить трафик.

В ходе решения многие участники применяли стратегию минимизации параметров: стремились построить граф с минимально возможным числом вершин, удовлетворяющим условиям, и проверяли различные шаблонные конструкции (колесные графы, объединения треугольников, полные графы с удалением рёбер и др.) непосредственно в системе. Попытки решения часто сопровождались поэтапной проверкой свойств графа через встроенные алгоритмы верификации. Система Wise Task Graph позволяла автоматически проверять определенные свойства (например, связность, количество компонент, степень вершин), однако не заменяла рассуждения о глобальных свойствах вроде фактор-критичности или минимальности. В результате студенты комбинировали автоматическую проверку с ручным анализом, что формировало важный педагогический эффект: они воспринимали цифровой инструмент не как замену мышлению, а как часть исследовательского процесса, помогающую находить ошибки и уточнять гипотезы.

Проиллюстрируем примером решения из того же протокола (см. рисунок 2–5).

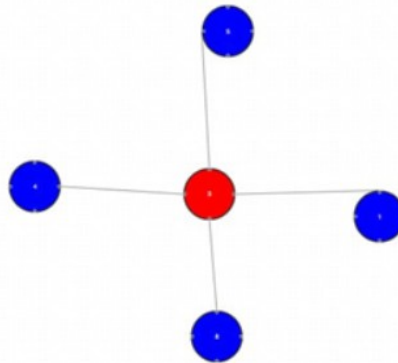


Рисунок 2 - Шаг 1: максимальная степень вершины 4
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.3>

Примечание: из протокола учащегося

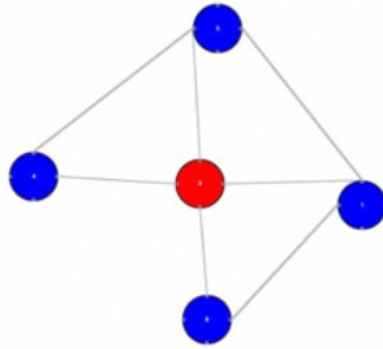


Рисунок 3 - Шаг 2: убрал точки сочленения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.4>

Примечание: из протокола учащегося

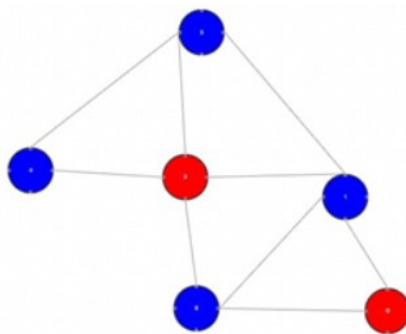


Рисунок 4 - Шаг 3: минимальная степень вершины 2
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.5>

Примечание: из протокола учащегося

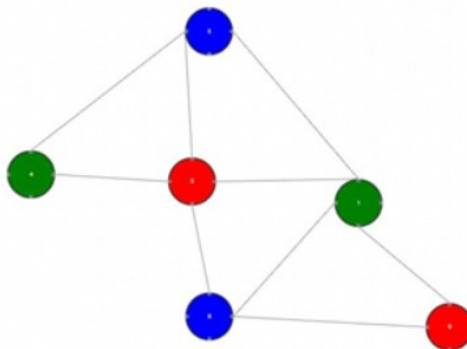


Рисунок 5 - Шаг 4: и раскрасил, итог: задачу решал минут 15-20, в случайном порядке «натякать» решение не получилось, пришлось думать

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.6>

Примечание: из протокола учащегося

Тем не менее, выявлены и типичные затруднения. Часто встречались случаи, когда решение строилось корректно внутри системы, но отсутствовало текстовое обоснование — или наоборот, протокол содержал логичное доказательство, но модель, введенная в Wise Task Graph, не удовлетворяла всем условиям. Это показывает, что для части студентов теоретическое решение и его формальная реализация оставались разорванными элементами познавательной деятельности. Кроме того, зафиксированы ошибки, связанные с неполной проверкой условий:

учащиеся рассчитывали на автоматическую верификацию системы, но не всегда осознавали ограничения алгоритмов и необходимость завершённого математического доказательства.

В то же время значимым педагогическим результатом стало наличие рефлексивных компонентов в протоколах. Студенты фиксировали не только итоговое решение, но и этапы взаимодействия с Wise Task Graph: количество попыток, какие проверочные модули выдавали ошибки, как изменялась модель графа в результате корректировок. Эти записи формируют важный слой метапознания и показывают, что цифровая среда не подавляет исследовательскую инициативу, а усиливает её, создавая прозрачность мыслительных действий.

Примеры рефлексии в различных работах:

«На основе протоколов ребят можно сделать вывод, что задача получилась достаточно удачной: ребята начинали работу с разных условий, по-разному их добавляли и как итог у них получились разные графы, удовлетворяющие условиям задачи. В условии присутствуют вещи, которые как бы ограничивают друг друга: минимальная степень вершины 2 говорит о том, что нельзя оставить висячую вершину, значит и реберная связность получается автоматически минимум 2. Однако они не взаимоисключающие, что оставляет ребятам возможность подумать. Аналогично с двудольностью и 3-раскраской: 3-раскраска не гарантирует двудольность, однако ее в данной задаче надо добиться».

«Оба студента начали с треугольника, но у второго этот треугольник не стал центральным. Мною же при создании задачи подразумевалось, что 3 центральные вершины - это треугольник, и я не знал, что можно обойтись без этого».

У первого студента каждый шаг решения расширял уже существующий граф с сохранением центра. Последовательно добавлять мосты не получилось, поэтому он просто стал увеличивать количество вершин, сохраняя выполнимость предыдущих условий - это можно было сделать только создавая циклы. А мосты были добавлены в самом конце».

Второй студент же, в отличие от первого, с каждым шагом решения исправлял старую проблему, но создавал новую. Сделал мосты и точки сочленения, но теперь мало центральных вершин. Попробовал изменить решение — центр еще сильнее уменьшился, зато появилась возможность и сделать больше мостов, и убрать вершину с радиусом 1. Можно сказать, что второй, в отличие от первого, действовал не жадно».

«Конструкция оказалась удачной благодаря симметричной вложенной структуре, а также четкой стратегии увеличения степени вершин с сохранением планарности. Задача потребовала учёта как структурных свойств графов, так и ограничений на их раскраску и планарное представление».

Таким образом, работа в среде Wise Task Graph продемонстрировала высокую образовательную ценность. Она структурировала деятельность студентов, одновременно требуя теоретической строгости и формальной реализации. Протоколы решений отражают формирование важной компетенции — перехода от неформальной идеи к формализованному графовому объекту, оснащённому проверяемыми свойствами. Вместе с тем анализ выявил необходимость дальнейшего методического сопровождения: внедрения чек-листов проверки условий, обучения интерпретации результатов автоматической верификации и развития навыков формулирования полного доказательства, выходящего за рамки технической корректности модели

Анализ протоколов выполнения коллоквиума группой «программистов»

В отличие от группы «математиков», ориентированной преимущественно на формальную постановку задачи и доказательную строгость, протоколы группы «программистов» обладали иной логикой. Основной акцент в решении задач по теории графов с использованием системы Wise Task Graph у данной группы сместился с анализа условий на реализацию проверяющих модулей, тестирование корректности решения и интерпретацию обратной связи системы.

В коллоквиуме приняли участие 71 студент группы программистов. Работа осуществлялась в парах, где участники распределяли роли разработчика и тестировщика, что позволяло воспроизвести модель совместной разработки и контроля качества алгоритмов.

В ходе коллоквиума участниками было создано 36 уникальных модулей проверки, сгенерировано более 600 тестовых сценариев, выполнено около 900 итераций взаимодействия с системой (в среднем 12–14 циклов тестирования на пару). Из общего числа попыток около 62% завершились успешной компиляцией и корректной работой модуля, тогда как оставшиеся 38% фиксировались системой как некорректные — преимущественно из-за логических ошибок, несоответствия структуры кода заявленной задаче или нарушения формальных ограничений онтологии.

Типичная структура протокола решения «программиста» включает не формальные определения, а сразу описание алгоритмической идеи: «Проверка графа на связность через BFS», «Генерация графа по условию», «Построение функции проверки k-раскраски с использованием перебора». Первым шагом чаще всего выступало создание каркаса решения: задание параметров, формирование структуры данных (список рёбер, матрица смежности), после чего шли попытки добиться корректного прохождения автоматической верификации в Wise Task Graph. Теоретические обоснования, если и присутствовали, были краткими, описывались не в аксиоматической форме, а через процедурное объяснение: «если граф не связан, функция вернёт false», «но если добавить ребро, система перестанет показывать ошибку теста».

В протоколах такого типа отмечалось преобладание итеративной логики действий: ввод графа → запуск проверки → фиксация ошибки → изменение структуры → повтор. Ошибки студенты записывали преимущественно в техническом формате: «Несоответствие количества компонент связности», «Функция подсчёта степеней работает неверно для изолированных вершин», «Цикл for не проходит по всем вершинам». Это указывает на инженерный подход: решение воспринимается как объект, который нужно «заставить работать», а не как математическая или

логическая структура, чьи внутренняя непротиворечивость, корректность и соответствие исходным условиям требуют строгого формального доказательства.

Таким образом, протоколы группы «программистов» демонстрировали преобладание прикладной, алгоритмической логики над теоретико-доказательной. Это не является недостатком, а отражает другой познавательный стиль, в котором цифровая система Wise Task Graph воспринимается, прежде всего, как среда разработки и тестирования, а не как инструмент формализации знания. В педагогическом плане важно не уравнивать эти подходы, а строить мост между ними: обучать «математиков» проверять свои решения алгоритмически, а «программистов» — аргументировать корректность построенного объекта с позиции теории графов.

Анализ анонимного анкетирования

Целью анкетирования являлась оценка восприятия данного формата учебной деятельности студентами, его влияния на понимание материала, а также выявление сильных сторон и проблемных зон работы. В анкетировании приняли участие 57 студентов.

Общая оценка полезности коллоквиума демонстрирует умеренно положительный результат со средним баллом 3.66 по пятибалльной шкале. Половина респондентов (50%) оценили полезность высоко (4–5 баллов), четверть (25%) дали нейтральную оценку, и ещё четверть (25%) выразили низкую степень удовлетворённости (1–2 балла) (см. рисунок 6).

Оцените, насколько полезным был для Вас коллоквиум.

(1 - совершенно бесполезен, 5 - очень полезен)

57 ответов

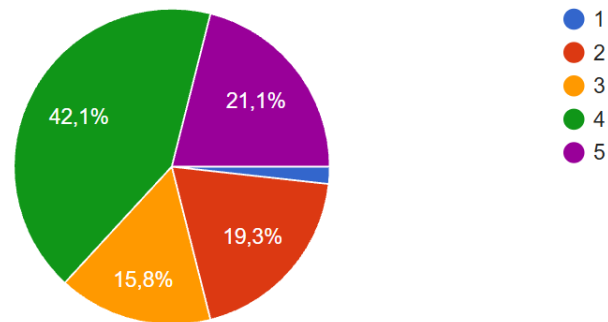


Рисунок 6 - Оценка пользы коллоквиума
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.7>

Примечание: на основе результатов анкетирования

Отношение к двум ключевым форматам работы — созданию программных модулей и составлению математических задач — сложилось в целом благоприятное. Работа над модулями получила среднюю оценку 3.84 балла, а составление задач — 3.75 балла, подтверждая методическую состоятельность смешанного, практико-ориентированного подхода (см. рисунок 7–8).

Отношение к работе в формате составления задач
(1 - крайне негативное, 5 - крайне положительное)

57 ответов

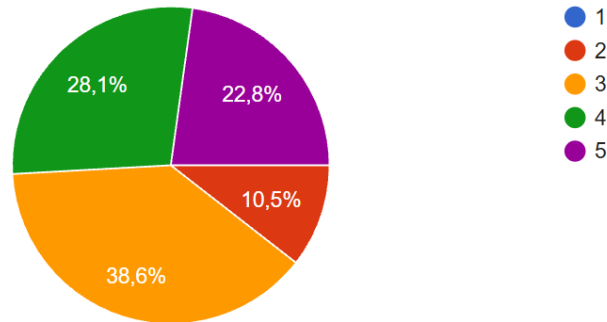


Рисунок 7 - Отношение к работе в формате составления задач
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.8>

Примечание: на основе результатов анкетирования

Отношение к работе в формате создания модулей
(1 - крайне негативное, 5 - крайне положительное)

57 ответов

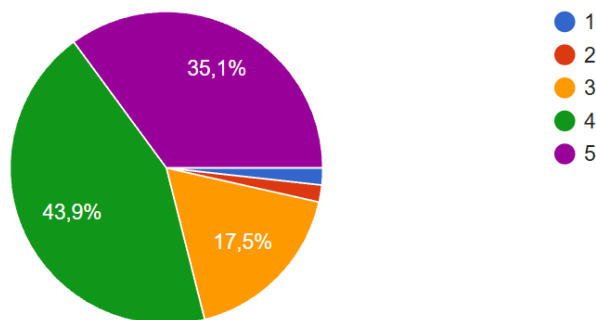


Рисунок 8 - Отношение к работе в формате создания модулей
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.9>

Примечание: на основе результатов анкетирования

Важным результатом является влияние коллоквиума на глубину понимания курса: 30.4% студентов отметили значительное улучшение, 51.8% — некоторое положительное влияние, и лишь 17.8% заявили об отсутствии пользы. Таким образом, для более чем 80% участников мероприятие оказалось дидактически эффективным. Качественный анализ открытых ответов позволяет выделить наиболее привлекательные для студентов аспекты работы. Безусловным лидером является создание алгоритмов, которое упоминалось в двух третях ответов (66%). Значительная роль отводилась также коллаборативным формам: обсуждению результатов с одногруппниками (39.3%) и преподавателями (23.2%), что подчёркивает социально-конструктивную ценность формата. Создание (32.1%) и решение (16.1%) задач также были отмечены как интересные виды деятельности (см. рисунок 9–10).

Опыт работы над коллоквиумом

57 ответов

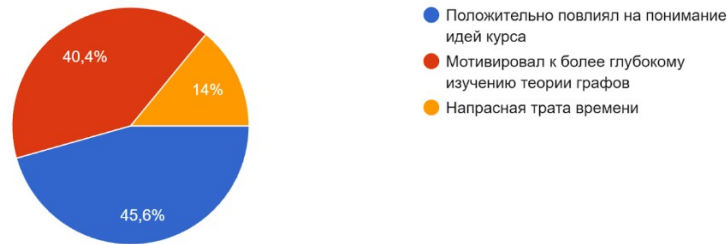


Рисунок 9 - Отношение к опыту работы над коллоквиумом

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.10>*Примечание: на основе результатов анкетирования*

Какие аспекты работы коллоквиума были для Вас наиболее интересны?

57 ответов

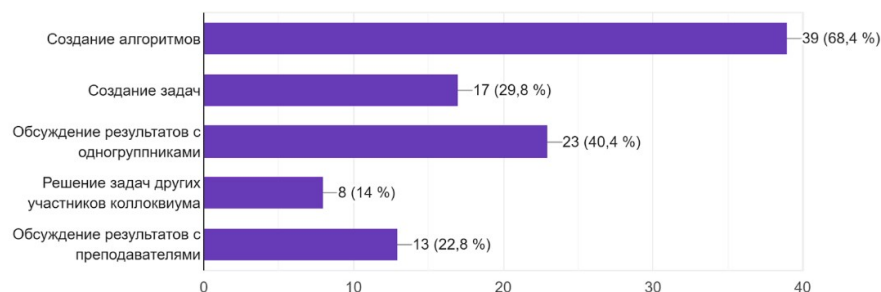


Рисунок 10 - Аспекты работы над коллоквиумом, вызвавшие наибольший интерес

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.11>*Примечание: на основе результатов анкетирования***Оценка педагогической эффективности интеллектуальной обучающей системы Wise Task**

Анализ протоколов выполнения коллоквиума с использованием системы Wise Task Graph позволил выявить ключевые педагогические результаты и закономерности, связанные с особенностями мышления и взаимодействия двух групп — «математиков» и «программистов». Несмотря на работу с единым инструментом и одинаковыми заданиями по теории графов, участники демонстрировали различающиеся когнитивные стратегии, стили коммуникации и подходы к верификации решений.

Студенты-математики проявили устойчивую ориентацию на понятийную строгость и корректность постановки задач. Они стремились уточнять определения, корректировать формулировки условий и выстраивать внутренне непротиворечивую структуру задачи до обращения к модулю верификации. Их деятельность отличалась высокой степенью рефлексии и медленным, но тщательно выверенным темпом работы. Основной трудностью для этой группы стал переход от теоретического рассуждения к алгоритмизации, особенно в тех случаях, когда система требовала формального задания правил, логических ограничений или структуры входных данных.

Группа программистов демонстрировала практико-ориентированный и алгоритмический стиль решения задач. В центре внимания находились не теоретическая полнота формулировки, а проверяемость и исполняемость решения. Эти участники быстрее переходили к реализации модулей проверки, активно использовали средства отладки, проб и ошибок, но часто допускали логические упрощения, например, игнорируя частные случаи или подразумевая неоговорённые свойства графа (например, связность по умолчанию). При совместной проверке задач возникали противоречия: корректно работающий модуль не принимался математиками из-за некорректной формулировки условия, и наоборот — формально идеальная задача оказывалась непроверяемой алгоритмом.

Эксперимент показал, что использование Wise Task Graph выступает как медиатор между теорией и алгоритмом, выявляя пробелы в мышлении обеих групп. Система вынуждала математиков формализовать интуитивные рассуждения, а программистов — учитывать точность исходных концепций. В результате обе группы постепенно пришли к пониманию взаимной зависимости: без строгой постановки задача не может быть корректно проверена, а без алгоритмической реализации — быть подтвержденной и воспроизводимой.

Таблица 2 - Сравнительный анализ когнитивных стратегий студентов-«математиков» и «программистов»

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.12>

Параметры	Математики	Программисты
Главное внимание	Корректность понятий и формулировок	Работоспособность алгоритма
Основная ошибка	Переформулировка задачи	Пропуск логических случаев
Тип мышления	Дедуктивно-теоретический	Индуктивно-прагматический
Роль Wise Task Graph	Средство верификации языка задачи	Инструмент тестирования кода
Обучающий эффект	Освоение формальной математической коммуникации	Осознание границ алгоритма и формализации

Таким образом, проведенный эксперимент наглядно продемонстрировал, что интеллектуальная обучающая система Wise Task выступает в роли интегрирующей среды, которая не только выявляет когнитивные различия между студентами-математиками и программистами, но и активно способствует синергии их мышления. Архитектура платформы, основанная на цикле «постановка → верификация», создает условия, в которых семантическая точность и логическое обоснование, приносимые «математиками», вступают в продуктивное взаимодействие с операциональностью и проверяемостью, обеспечиваемой «программистами». Важнейшим принципом, реализуемым системой, является не замещение, а усиление самостоятельного мышления: Wise Task не подменяет интеллектуальную деятельность обучающихся, а предоставляет формальный аппарат для её развертывания, проверки и рефлексии. Ключевым образовательным эффектом системы заключается в формировании у обучающихся целостного представления о современном решении задач, где Wise Task является инструментом, который объединяет в единый процесс корректную постановку, построение формальной структуры, разработку алгоритма, его проверку и обеспечение воспроизводимости результата.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что архитектура Wise Task представляет собой перспективную модель цифровой образовательной среды, которая реализует принцип интеллектуального партнерства между обучающимся и системой.

Экспериментальное внедрение системы Wise Task Graph в учебный процесс позволило выявить ее педагогический потенциал в роли интегрирующей среды, которая не только актуализирует когнитивные различия между студентами с математической и алгоритмической ориентацией, но и способствует синергии их мышления. «Математики» развивают навыки строгой формализации и доказательного обоснования, в то время как «программисты» углубляют понимание связи между теоретической постановкой задачи и требованиями к ее алгоритмической проверке.

Ключевым образовательным эффектом интеллектуальной обучающей среды Wise Task является формирование целостного представления о современном процессе решения задач, объединяющем корректную постановку, построение формальной модели, разработку алгоритма верификации и критический анализ результатов. Таким образом, система не только служит инструментом обучения конкретным дисциплинам (например, теории графов), но и вносит вклад в развитие метапредметных компетенций, таких как критическое мышление, способность к формализации и рефлексии собственной интеллектуальной деятельности.

Перспективы дальнейших исследований видятся не только в развитии методического сопровождения работы с системой, но и в создании удобной и доступной экосистемы для её массового использования. Уже существуют успешные реализации системы Wise Task для таких разделов, как комбинаторика, геометрия и теория бинарных отношений, что подтверждает универсальность её архитектуры. Следующей ключевой задачей является интеграция этих и будущих предметных модулей в единую пользовательскую среду, обеспечивающую простоту развертывания, кросс-платформенность и масштабируемость для широкого внедрения в образовательных учреждениях различного уровня.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Богатырева Ю.И., Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула
Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.13>

Review

Bogatireva Y.I., Tula State Pedagogical University named after L.N. Tolstoy, Tula Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.47.13>

Список литературы / References

1. Abramovich S. Mathematization Through Application and Common Sense: Motivating Intellectual Activities of Schoolchildren with Digital Tools / S. Abramovich, E. Malyutin, S. Pozdniakov // Digital. — 2025. — 5(3). — P. 41. — DOI: 10.3390/digital5030041



2. Pozdniakov S. Proceedings of the PME and Yandex Russian Conference: Technology and Psychology for Mathematics Education / S. Pozdniakov, ed. by A. Shvarts. — Moscow: HSE Publishing House, 2019. — 292 p.
3. Pozdniakov S. Interaction of human cognitive mechanisms and “computational intelligence” in systems that support teaching mathematics / S. Pozdniakov, I. Posov, A. Chukhnov // Intelligent Tutoring Systems : 17th International Conference, ITS 2021, Virtual Event, June 7–11, 2021, Proceedings. — Cham : Springer, 2021. — P. 375–377.
4. Гундина М. А. Компьютерная математика в образовательном процессе / М.А. Гундина, Д.А. Каменко // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы VI Междунар. науч. конф., Красноярск, 20–23 сент. 2022 г. — Красноярск, 2022.
5. Караказьян С.А. Эффективное использование образовательных интернет-ресурсов по математике при дистанционном формате обучения / С.А. Караказьян, Л.Ю. Уразаева // Мир науки. Педагогика и психология. — 2020. — 6.
6. Кожевников М.В. Адаптивные модели дистанционного обучения в профессиональном образовании: интеграция информационных технологий и методологических подходов / М.В. Кожевников // Информатика и образование. — 2025. — 4.
7. Булан И.Г. Цифровые возможности повышения эффективности обучения математике / И.Г. Булан // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. — 2024. — 1.
8. Шумара Е.В. Компьютерный диалог в системе обучения / Е.В. Шумара. // Проблемы теории и практики обучения математике: сборник научных работ, представленных на Международную научную конференцию "73 Герценовские чтения"; — Санкт-Петербург: РГПУ им.А.И.Герцена, 2020.
9. Головина И.В. Цифровизация образования: риски и последствия / И.В. Головина, Т.Я. Александрова // Образовательные ресурсы и технологии. — 2024. — 1.
10. Zhai X ChatGPT for Mathematics Learning / X Zhai // Educational Research Review. — 2023. — 41.
11. Архангельский А.Н. Личность, расширенная цифровыми средствами / А.Н. Архангельский, В.Н. Дубровский, М.Ю. Лебедева и др. // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. — 2022. — 113. — С. 38–51.
12. Дубровский В.Н. Визуализация функциональных зависимостей в программах динамической геометрии / В.Н. Дубровский // Компьютерные инструменты в образовании. — 2021. — 4. — С. 93–112.
13. Kasneci E. The Role of AI Tutors in Education / E. Kasneci // Computers and Education: Artificial Intelligence. — 2025. — 5.
14. Holmes W. Artificial Intelligence in Education / W. Holmes // Computers and Education: Artificial Intelligence. — 2022. — 3.
15. Malyutin E. Wise Tasks: Algorithms for Self-Checking Problems and Intelligent Tutoring Systems / E. Malyutin // Polynomial Computer Algebra 2025. — St. Petersburg: Euler International Mathematical Institute, 2025.
16. Перченко О.В. Автоматизация проверки решений геометрических задач для описания их условий на предметно-ориентированном языке / О.В. Перченко, С.Н. Поздняков, И.А. Посов // Компьютерные инструменты в образовании. — 2012. — 1. — С. 31–38.
17. Zaykov D.G. Wise Tasks Graphs System / D.G. Zaikov, S.N. Pozdniakov // Polynomial Computer Algebra : Proceedings of the International Conference. — Saint Petersburg : VVM Publishing House LLC, 2022. — P. 180–185. — EDN GFZOWB.
18. Wise Task Graph. — URL: <https://wisetask.ru/graph/library> (дата обращения: 20.01.2026)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Abramovich S. Mathematization Through Application and Common Sense: Motivating Intellectual Activities of Schoolchildren with Digital Tools / S. Abramovich, E. Malyutin, S. Pozdniakov // Digital. — 2025. — 5(3). — P. 41. — DOI: 10.3390/digital5030041
2. Pozdniakov S. Proceedings of the PME and Yandex Russian Conference: Technology and Psychology for Mathematics Education / S. Pozdniakov, ed. by A. Shvarts. — Moscow: HSE Publishing House, 2019. — 292 p.
3. Pozdniakov S. Interaction of human cognitive mechanisms and “computational intelligence” in systems that support teaching mathematics / S. Pozdniakov, I. Posov, A. Chukhnov // Intelligent Tutoring Systems : 17th International Conference, ITS 2021, Virtual Event, June 7–11, 2021, Proceedings. — Cham : Springer, 2021. — P. 375–377.
4. Gundina M. A. Komp'yuternaya matematika v obrazovatel'nom processe [Computer mathematics in the educational process] / M.A. Gundina, D.A. Kamenko // Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronnoho obucheniya: cifrovye tekhnologii v obrazovanii : materialy VI Mezhdunar. nauch. konf., Krasnoyarsk, 20–23 sent. 2022 [Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education : materials of the VI International Scientific Conference, Krasnoyarsk, September 20–23, 2022]. — Krasnoyarsk, 2022. [in Russian]
5. Karakaz'yan S.A. Effektivnoe ispol'zovanie obrazovatel'ny'x internet-resursov po matematike pri distancionnom formate obucheniya [Effective use of educational internet resources in mathematics in distance learning] / S.A. Karakaz'yan, L.Yu. Urazaeva // World of Science. Pedagogy and Psychology. — 2020. — 6. [in Russian]
6. Kozhevnikov M.V. Adaptivny'e modeli distancionnogo obucheniya v professional'nom obrazovanii: integraciya informacionny'x texnologij i metodologicheskix podxodov [Adaptive models of distance learning in professional education: Integration of information technologies and methodological approaches] / M.V. Kozhevnikov // Informatics and education. — 2025. — 4. [in Russian]
7. Bulan I.G. Cifrovye vozmozhnosti povыsheniya effektivnosti obucheniya matematike [Digital opportunities for increasing the effectiveness of teaching mathematics] / I.G. Bulan // Bulletin of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet. — 2024. — 1. [in Russian]



8. Shumara E.V. Komp'yuternyj dialog v sisteme obucheniya [Computer Dialogue in the Education System] / E.V. Shumara. // Problems of the theory and practice of teaching mathematics: a collection of scientific papers presented at the International Scientific Conference "The 73rd Herzen Readings"; — Saint Petersburg: RGPU im.A.I.Gercena, 2020. [in Russian]
9. Golovina I.V. Cifrovizaciya obrazovaniya: riski i posledstviya [Digitalization of Education: Risks and Consequences] / I.V. Golovina, T.Ya. Aleksandrova // Educational Resources and Technologies. — 2024. — 1. [in Russian]
10. Zhai X ChatGPT for Mathematics Learning / X Zhai // Educational Research Review. — 2023. — 41.
11. Arxangel'skij A.N. Lichnost', rasshirennaya cifrovymi sredstvami [Personality Extended by Digital Means] / A.N. Arxangel'skij, V.N. Dubrovskij, M.Yu. Lebedeva et al. // Herald of the Russian Foundation for Basic Research. — 2022. — 113. — P. 38–51. [in Russian]
12. Dubrovskij V.N. Vizualizaciya funkcional'nyx zavisimostej v programmax dinamicheskoj geometrii [Visualization of Functional Dependencies in Dynamic Geometry Software] / V.N. Dubrovskij // Computer Tools in Education. — 2021. — 4. — P. 93–112. [in Russian]
13. Kasneci E. The Role of AI Tutors in Education / E. Kasneci // Computers and Education: Artificial Intelligence. — 2025. — 5.
14. Holmes W. Artificial Intelligence in Education / W. Holmes // Computers and Education: Artificial Intelligence. — 2022. — 3.
15. Malyutin E. Wise Tasks: Algorithms for Self-Checking Problems and Intelligent Tutoring Systems / E. Malyutin // Polynomial Computer Algebra 2025. — St. Petersburg: Euler International Mathematical Institute, 2025.
16. Perchenok O.V. Avtomatizaciya proverki reshenij geometricheskix zadach dlya opisaniya ix uslovij na predmetno-orientirovannom yazy'ke [Automation of checking solutions of geometric problems to describe their conditions in a subject-oriented language] / O.V. Perchenok, S.N. Pozdnyakov, I.A. Posov // Computer Tools in Education. — 2012. — 1. — P. 31–38. [in Russian]
17. Zaykov D.G. Wise Tasks Graphs System / D.G. Zaikov, S.N. Pozdniakov // Polynomial Computer Algebra : Proceedings of the International Conference. — Saint Petersburg : VVM Publishing House LLC, 2022. — P. 180–185. — EDN GFZOWB.
18. Wise Task Graph. — URL: <https://wisetask.ru/graph/library> (accessed: 20.01.2026) [in Russian]