

Научная статья**УДК 387.0****DOI: 10.25683/VOLBI.2026.75.1581****Anna Vladimirovna Matveeva**

Candidate of Pedagogy,
Associate Professor of the Department of Biology, Ecology,
and Teaching Methods,
Kozma Minin Nizhny Novgorod State
Pedagogical University
Nizhny Novgorod, Russian Federation
a.matveeva.nn@gmail.com

Irina Sergeevna Dedyura

Lecturer of the Department of Biology, Ecology,
and Teaching Methods,
Kozma Minin Nizhny Novgorod State
Pedagogical University
Nizhny Novgorod, Russian Federation
dedyura.irina@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9397-4434

Natalya Anatolyevna Pimanova

Candidate of Chemistry,
Associate Professor of the Department of Biology, Ecology,
and Teaching Methods,
Kozma Minin Nizhny Novgorod State
Pedagogical University
Nizhny Novgorod, Russian Federation
chem-vsem@yandex.ru

Анна Владимировна Матвеева

канд. пед. наук,
доцент кафедры биологии, экологии
и методик обучения,
Нижегородский государственный
педагогический университет имени Козьмы Минина
Нижний Новгород, Российская Федерация
a.matveeva.nn@gmail.com

Ирина Сергеевна Дедюра

преподаватель кафедры биологии, экологии
и методик обучения,
Нижегородский государственный
педагогический университет имени Козьмы Минина
Нижний Новгород, Российская Федерация
dedyura.irina@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-9397-4434

Наталья Анатольевна Пиманова

канд. хим. наук,
доцент кафедры биологии, экологии
и методик обучения,
Нижегородский государственный
педагогический университет имени Козьмы Минина
Нижний Новгород, Российская Федерация
chem-vsem@yandex.ru

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

5.8.7 — Методология и технология профессионального образования

Аннотация. В условиях стремительной цифровизации образования и междисциплинарной интеграции знаний актуальна задача формирования у будущих учителей биологии не только предметной компетентности, но и инженерного мышления — способности к системному анализу, проектированию, моделированию и решению сложных проблем.

Цель исследования заключается в анализе практики организации учебных занятий по дисциплинам «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии» для студентов педагогического вуза, направленных на развитие инженерного мышления обучающихся с использованием цифровой образовательной среды.

В статье рассматриваются теоретические основы и практические подходы к развитию инженерного мышления у студентов-биологов в рамках цифровой образовательной среды. Обосновывается педагогическая целесообразность внедрения проектно-ориентированных, исследовательских и симуляционных методов обучения, а также использования цифровых инструментов (виртуальных лабораторий, биоинформатических платформ, САД-систем, IoT-устройств). В статье предлагаются методические подходы по организации учебной деятельности, обеспе-

чивающей переход от репродуктивного усвоения знаний к созидательной инженерно-педагогической практике.

Внедрение предложенной авторами модели развития инженерного мышления отвечает стратегическим приоритетам научно-технологического развития страны и современным требованиям федеральных государственных образовательных стандартов. Синтез биологического содержания с инженерными технологиями создает условия для подготовки нового поколения учителей, способных эффективно работать в цифровой образовательной среде и формировать у школьников навыки, востребованные в будущей профессиональной деятельности. Описанная в статье модель может быть использована при обновлении основных профессиональных образовательных программ педагогического направления других естественных профилей подготовки и разработке нормативных актов, регулирующих цифровизацию педагогического образования.

Ключевые слова: инженерное мышление, подготовка учителей биологии, цифровая образовательная среда, междисциплинарность, проектное обучение, цифровые технологии, педагогическая подготовка, образовательные технологии, виртуальная лаборатория, проектно-ориентированное обучение, цифровизация

Для цитирования: Матвеева А. В., Дедюра И. С., Пиманова Н. А. Развитие инженерного мышления у будущих учителей биологии в условиях цифровой образовательной среды // Бизнес. Образование. Право. 2026. № 2(75). С. 467—473. DOI: 10.25683/VOLBI.2026.75.1581.

Original article

DEVELOPMENT OF ENGINEERING THINKING IN FUTURE BIOLOGY TEACHERS
IN A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

5.8.7 — Methodology and technology of vocational education

Abstract. *In the context of rapid digitalization of education and interdisciplinary integration of knowledge, it is important for future biology teachers to develop not only subject-specific competence, but also engineering thinking, which involves the ability to analyze, design, model, and solve complex problems.*

The purpose of this study is to analyze the practice of organizing educational activities in the disciplines “Methods of Teaching Biology,” “Educational Technologies in Teaching Biology,” and “Solving Professional Problems of Biology Teachers” for students of a pedagogical university, which aim to develop students’ engineering thinking using a digital educational environment.

The article discusses the theoretical foundations and practical approaches to developing engineering thinking among biology students within the framework of a digital educational environment. The pedagogical expediency of introducing project-oriented, research, and simulation teaching methods, as well as the use of digital tools (virtual laboratories, bioinformatics platforms, CAD systems, and IoT devices), is substantiated. The article proposes methodological approaches

to organizing educational activities that ensure a transition from reproductive knowledge acquisition to creative engineering and pedagogical practice.

The implementation of the model for the development of engineering thinking proposed by the authors meets the strategic priorities of the country’s scientific and technological development and the current requirements of the Federal State Educational Standard. The synthesis of biological content with engineering technologies creates conditions for training a new generation of teachers who can effectively work in a digital educational environment and develop skills in students that are in demand in their future professional activities. The model described by the authors in the article can be used in updating the main professional educational programs for teachers of other natural sciences and in the development of regulations governing the digitalization of teacher education.

Keywords: *engineering thinking, biology teacher training, digital educational environment, interdisciplinarity, project learning, digital technologies, teacher training, educational technologies, virtual laboratory, project-based learning, digitalization*

For citation: Matveeva A. V., Dedyura I. S., Pimanova N. A. Development of engineering thinking in future biology teachers in a digital educational environment. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2026;2(75):467—473. DOI: 10.25683/VOLBI.2026.75.1581.

Введение

Актуальность. Современное образование переживает трансформацию, обусловленную как глобальными вызовами (климатические изменения, пандемии, биоразнообразие), так и технологическим прорывом в области искусственного интеллекта, биотехнологий и цифровых платформ. В этих условиях роль учителя биологии выходит за рамки традиционного преподавания: он становится фасилитатором научного и инженерного мышления у школьников. Однако для этого сам педагог должен обладать соответствующими компетенциями, включая элементы инженерного мышления — способности формулировать проблемы, проектировать решения, тестировать гипотезы и оптимизировать процессы на основе данных.

Изученность проблемы. Инженерное мышление традиционно рассматривается как когнитивный процесс, направленный на решение практических задач через проектирование, прототипирование, тестирование и итеративное улучшение. В педагогике это понятие расширяется, включая системное мышление, критический анализ, творческое проектирование, работу с данными и этическую рефлексию.

В научной литературе существуют различные подходы к рассмотрению понятия «инженерное мышление»: психологические и педагогические.

С психологической точки зрения, авторы разделяют позицию Б. Н. Гузанова и К. А. Федуловой, что мышление — это не особый познавательный процесс (наряду с другими), а личностное образование, где в неразрывной целостности представлены процессуальные, мотивационные аспекты деятельности субъекта [1].

Анализ научных работ показал, что для мышления характерны такие ключевые признаки как опосредованность и обобщенность, ориентация на создание нового продукта. Психологическое содержание когнитивного плана мышления в работах А. В. Феоктистова с соавторами [2] представлено его формами (понятия, суждения, умозаключения), операциональным аспектом (умственные действия) и процессуальным компонентом (мыслительные процессы, такие как анализ, синтез, анализ через синтез, абстракция, обобщение и др.).

Инженерное мышление ведущие педагоги рассматривают как сложный и многоаспектный феномен, который имеет интегративный характер. А. А. Никитина и Е. А. Маннанова определяют его в качестве системного образования, объединяющего различные типы мышления [3]. Разделяют данную точку зрения О. Р. Шефер, Т. Н. Лебедева, С. В. Крайнева, Г. С. Кочеткова. Они характеризуют инженерное мышление как сложную, интегративную категорию, представляющую собой системное техническое мышление с элементами творческой деятельности, включающее в себя разные смежные типы мышлений (логические, аналитические, пространственные, креативное и другие типы мышления) [4], ориентированное на решение инженерных задач. А. Л. Королев и Н. Б. Паршукова рассматривают инженерное мышление как более широкое понятие, в котором техническое мышление является его составной частью [5]. Аналогичной позиции придерживается В. А. Попова, выделяя в качестве значимого элемента инженерного мышления — техническое знание, определяющее практический характер инженерного мышления [6].

Большинство ученых сходятся во мнении, что инженерное мышление выступает сложным, многогранным и интегративным феноменом, отличающимся междисциплинарностью, системностью, креативностью, гибкостью, практико-ориентированностью. Объединяя различные виды мышления, оно проявляется и развивается в процессе решения различных инженерных задач и проблем на основе синтеза естественно-научных, технических и гуманитарных знаний.

Важной предпосылкой формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля выступает его тесная взаимосвязь с естественно-научным знанием. Потенциал естественно-научных дисциплин в формировании данного феномена подчеркивается А. В. Казарбиным и Ю. В. Луниной [7], А. П. Усольцевым и Т. Н. Шемало [8], Л. М. Андриюхиной, Б. Н. Гузановым, С. В. Анаховым [9; 10], К. А. Марковым [11], которые рассматривают их содержание в качестве базиса формирования инженерного мышления и современной научной картины мира, выступающей онтологическим основанием данного феномена. Как утверждают О. Р. Шефер, Т. Н. Лебедева, С. В. Крайнева, Г. С. Кочеткова, инженерное мышление находится в поле профессиональной деятельности учителей естественно-научного цикла и, следовательно, должно целенаправленно формироваться в процессе их подготовки в вузе [4].

На основе анализа литературных источников можно сделать вывод, что для учителя биологии инженерное мышление особенно актуально в контексте: разработки учебных проектов по синтетической биологии, экологии, биоинженерии; использования биосенсоров и *IoT*-устройств для мониторинга окружающей среды; анализа больших биологических данных (геномика, метагеномика); проектирования образовательных сред и цифровых лабораторий, что подтверждает **целесообразность разработки темы**.

Цифровая образовательная среда (далее — ЦОС) предоставляет уникальные возможности для развития инженерного мышления, обеспечивая доступ к интерактивным ресурсам, симуляциям, открытым данным и инструментам совместной работы [12]. В данной статье представлена модель развития инженерного мышления у будущих учителей биологии в условиях ЦОС, апробированная в рамках бакалаврской программы 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили «Биология и химия» и «География и биология».

Основными функциональными возможностями цифровой образовательной среды являются персонализация обучения, дистанционное обучение и гибкость образовательного процесса, неограниченный доступ к современным образовательным ресурсам практически из любой точки мира, автоматизация административных и учебных процессов, мониторинг и анализ учебных достижений, а также развитие цифровой грамотности. Такие особенности образовательного процесса имеют высокую потенциальную возможность для формирования навыков критического и системного мышления обучающихся при анализе большого объема учебного материала, а также способствуют развитию интереса к активному участию в творческом проектировании для решения практических задач, что является элементами инженерного мышления [13].

Примерами цифровых сред для использования в процессе обучения учителей биологии выступает ряд типовых и специализированных платформ, применя-

емых в российских университетах для организации цифрового обучения. Платформы «Открытое образование», *Stepik*, «Нетология» позволяют проходить бесплатные онлайн-курсы от ведущих российских вузов, получая сертификаты за успешное прохождение курсов, самостоятельное составление образовательного трека, с регулированием уровня сложности заданий в зависимости от уровня подготовки. Немаловажно, что даже при неудовлетворительном прохождении дисциплины есть возможность перезачета в рамках образовательных программ. Платформы ЭБС «Лань», ЭБС «Знаниум», НЭБ *eLibrary.ru* предоставляют доступ к электронным книгам, учебной и научной литературе для написания научно-исследовательских работ, курсовых и дипломных проектов будущих учителей биологии.

Инновационным и экспериментальным решением в практике использования цифровых образовательных сред являются платформы *STEPS* (разработка Университета 20.35) и 1С.Урок. Платформы позволяют создавать персонализированное образовательное пространство, с формированием индивидуального профиля и картой компетенций, визуализацией прогресса в формате «навыков профиля», где кураторами могут выступать ИИ-советники, а также интеграция с таск-менеджерами, которые помогают при планировании, назначении и отслеживании выполнения рабочих задач. На платформах представлен мультимедийный контент (курсы и микромодули, интерактивные кейсы, видео лекции и подкасты), социальное обучение (создание групп по интересам, обмен опытом через форумы и чаты, возможности наставничества).

Цель исследования — разработать методическую модель формирования инженерного мышления обучающихся с использованием цифровой образовательной среды на основе анализа практики организации учебных занятий по дисциплинам «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии».

Авторами определены следующие **задачи** исследования:

- 1) обоснование научно-методических возможностей дисциплин предметно-методического модуля «Биология» учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль подготовки «Биология и химия», для формирования и развития инженерного мышления обучающихся;
- 2) обобщение актуальных средств цифровой образовательной среды и выявление их педагогических особенностей;
- 3) определение методологических ориентиров развития инженерного мышления обучающихся в цифровой образовательной среде.

Научная новизна состоит в предложении структурированной модели развития инженерного мышления в цифровой образовательной среде, обоснованной предметным содержанием подготовки будущих учителей биологии.

Теоретическая значимость. Результаты исследования позволяют расширить понимание важности развития инженерного мышления в цифровой образовательной среде для подготовки учителей естественно-научного профиля. Предложенная модель развития инженерного мышления конкретизирует теоретическое основание новой педагогики цифрового образования и рассматривает модель как ключевую возможность профессиональной инженерной подготовки педагогов.

Практическая значимость. Разработанная модель развития инженерного мышления в цифровой образовательной среде может быть использована в практике подготовки будущих учителей. Результаты исследования могут использоваться в процессе совершенствования учебных планов и организации практических занятий, направленных на развитие инженерного мышления студентов педагогических вузов.

Основная часть

Методы и материалы исследования. В исследовании в 2024/25 учебном году приняли участие студенты IV и V курсов Мининского университета естественно-географического и химико-технологического факультетов.

Для реализации цели использовались методы сравнительного анализа, обобщения практического опыта обучения, прогностический метод.

На базе Мининского университета реализуются по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (Ядро выс-

шего педагогического образования), профили «Биология и химия» и «География и биология». По учебному плану дисциплины «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии» изучаются в 7-м, 8-м, 9-м и 10-м семестрах соответственно. В табл. 1 представлена учебная нагрузка в часах по видам деятельности по данным дисциплинам.

При наполнении содержанием дисциплин «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии» авторы ориентировались на этапность развития инженерного мышления: 1) ценностно-смысловой этап, 2) когнитивный этап, 3) нормативно-регулятивный этап, 4) конструктивно-творческий этап [14; 15].

На рис. 1 представлена схема реализации этапов развития инженерного мышления в рамках дисциплин «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии».

Таблица 1

Распределение учебной нагрузки по дисциплинам методической части предметно-методического модуля «Биология»

Курс	Семестр	Дисциплина	Распределение учебной нагрузки, часы					Всего
			Виды занятий					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контактная самостоятельная работа студентов	Самостоятельная работа студентов	
IV	7—8	Методика обучения биологии	62	36	18	18	136	252
V	9	Образовательные технологии в процессе обучения биологии	20	20	—	12	54	108
V	10	Решение профессиональных задач учителя биологии	30	30	—	12	72	144

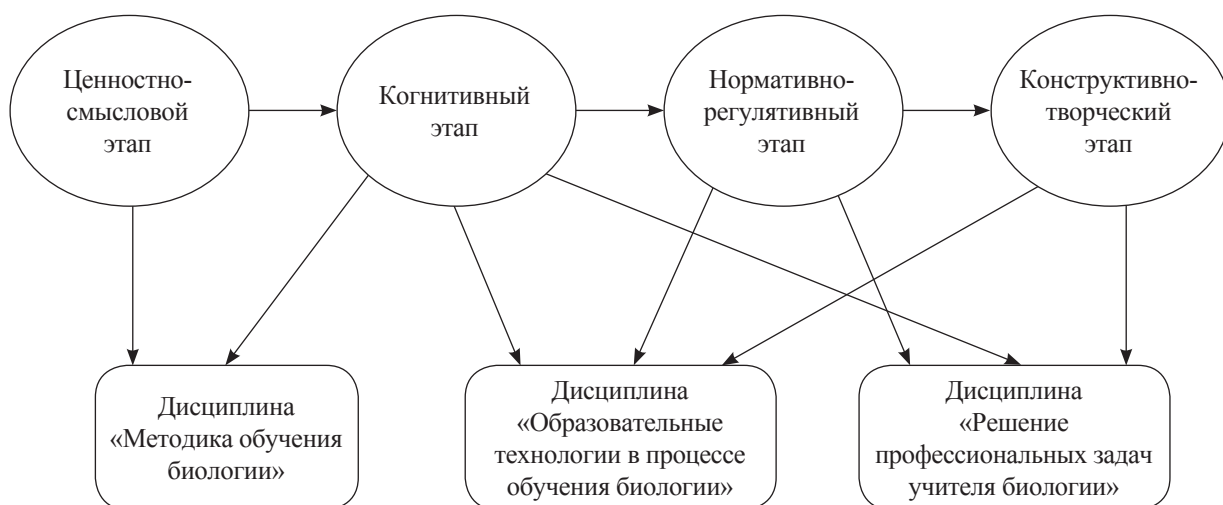


Рис. 1. Этапы развития инженерного мышления обучающихся средствами дисциплин методической части предметно-методического модуля «Биология»

Результаты исследования и их обсуждение. В табл. 2 нами предложено предметное содержание подготовки будущих учителей биологии с инженерным мышлением по неко-

торым темам дисциплин «Методика обучения биологии», «Образовательные технологии в процессе обучения биологии» и «Решение профессиональных задач учителя биологии».

**Предметное содержание подготовки будущих учителей биологии с инженерным мышлением
по дисциплинам методической направленности**

Курс	Дисциплина	Инженерный компонент содержания дисциплины	
IV	Методика обучения биологии	1. Выполнение лабораторных работ на современном цифровом оборудовании по биологии	
		<i>Раздел</i>	<i>Темы лабораторных работ</i>
		Нейрогуморальная регуляция	<ul style="list-style-type: none"> Изучение головного мозга человека. Значение опорно-двигательного аппарата. Скелет человека, строение его отделов и функции (выполнение лабораторных работ с применением современных приборов — стола «Пирогов» и Интерактивного трехмерного атласа нормальной, топографической, патологической и лучевой анатомии человека)
		Обмен веществ и превращение энергии	Исследование состава продуктов питания (выполнение лабораторной работы с применением оборудования СОЭКС — «Нитрат-тестер» и «Эковизор F4»)
		Систематические группы растений	<ul style="list-style-type: none"> Изучение строения одноклеточных водорослей (на примере хламидомонады и хлореллы). Изучение строения многоклеточных нитчатых водорослей (на примере спиригиры и улотрикса) (выполнение лабораторной работы с применением <i>Gizmos ExploreLearning</i> — интерактивных симуляций для школьного и университетского уровня)
		2. Составление инструкционных карточек лабораторных работ с описанием алгоритма выполнения экспериментов, списка оборудования и реактивов и техники безопасности	
		<i>Раздел</i>	<i>Темы лабораторных работ</i>
		Ферменты — биологические катализаторы	Изучение каталитической активности ферментов (на примере амилазы или каталазы)
		Абиотические факторы	Влияние света на рост и развитие черенков колеуса
		Питание и пищеварение	Исследование действия ферментов слюны на крахмал. Наблюдение действия желудочного сока на белки
		3. Планирование и организация проектной и исследовательской деятельности школьников	
		<i>Раздел</i>	<i>Темы исследовательской или проектной работы</i>
		Строение и многообразие покрытосеменных растений	Выращивание репчатого лука: сортоиспытание
		Жизнедеятельность растительного организма	Выращивание микрорзелени методом влажных камер
Растения и человек	Создание искусственной экосистемы		
V	Образовательные технологии в процессе обучения биологии	1. Выполнение практических работ с использованием современных образовательных технологий и информационно-коммуникационных технологий	
		<i>Раздел</i>	<i>Темы практической работы или семинарского занятия</i>
		Современные образовательные технологии в деятельности учителя биологии	<ul style="list-style-type: none"> Современные представления о технологиях обучения биологии. Технологический подход к организации урока биологии. Технологии организации групповой, исследовательской и проектной учебной деятельности школьников. Информационные образовательные технологии в обучении биологии
		Методы оценки результативности и эффективности образовательных технологий	<ul style="list-style-type: none"> Количественная оценка эффективности образовательных технологий. Педагогический эксперимент. Дизайн педагогического эксперимента; Констатирующий, формирующий и контролирующий этапы педагогического эксперимента. Статистическая обработка и визуализация результатов педагогического эксперимента
		1. Выполнение практических работ с использованием современных образовательных технологий и информационно-коммуникационных технологий	
	Решение профессиональных задач учителя биологии	<i>Раздел</i>	<i>Темы практической работы или семинарского занятия</i>
		Урочная деятельность в рамках школьного курса биологии	<ul style="list-style-type: none"> Технология разработки и организации комбинированного урока биологии. Технологии формирования естественнонаучной грамотности школьников на уроках биологии. Проектирование урока биологии, направленного на достижение личностных, метапредметных и предметных результатов обучения
		Внеурочная деятельность по биологии	Использование современных достижений педагогики и методики обучения биологии и образовательном процессе при организации научно-исследовательской деятельности школьников
		Деятельность педагога-исследователя	Педагогический эксперимент в профессиональной деятельности учителя-предметника

Авторы предлагают модель развития инженерного мышления в цифровой образовательной среде, основанную на принципах конструктивизма, междисциплинарности и технологической интеграции (рис. 2).

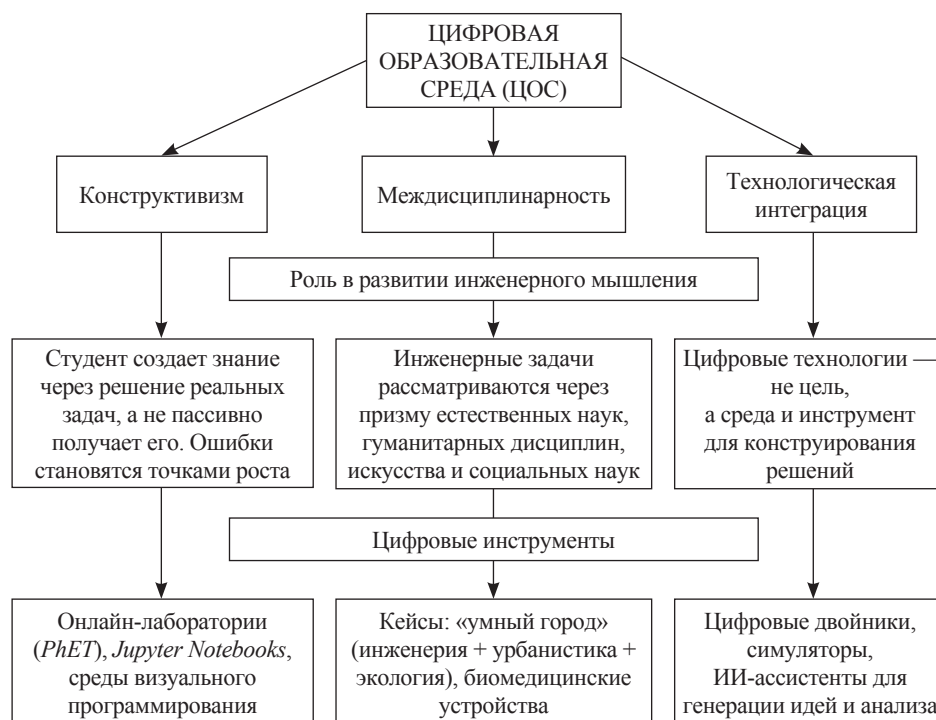


Рис. 2. Модель развития инженерного мышления в цифровой образовательной среде

Заключение

Развитие инженерного мышления у будущих учителей биологии в условиях цифровой образовательной среды — не просто педагогическая инновация, а необходимое условие подготовки педагогов нового поколения. Интеграция инженерных подходов в биологическое образование способствует

формированию у студентов системного видения мира, готовности к решению реальных проблем и компетентного использования цифровых технологий. Дальнейшие исследования могут быть направлены на масштабирование модели, разработку методических рекомендаций и создание цифровых образовательных треков по «биоинженерной педагогике».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гузанов Б. Н., Федулова К. А. Особенности формирования инженерного мышления при подготовке педагога профессионального обучения // Проблемы современного педагогического образования. 2019. Вып. 62. Ч. 2. С. 69—72.
2. Феоктистов А. В., Кислов А. Г., Шапко И. В., Городилов В. Е. Хронотоп инженерно-педагогического мышления // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 7. С. 135—156. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-7-135-156.
3. Никитина А. А., Маннанова Е. А. Феномен инженерного мышления в представлениях педагогов и психологов: психологическое содержание, структура, компоненты // Russian Journal of Education and Psychology. 2025. Т. 16. № 4. С. 595—617. DOI: 10.12731/2658-4034-2025-16-4-910.
4. Шефер О. Р., Лебедева Т. Н., Крайнева С. В., Кочеткова Г. С. Диверсифицированные подходы и стратегии формирования инженерного мышления у студентов педагогических вузов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Акмеология образования. Психология развития. 2024. Т. 13. Вып. 4. С. 296—310. DOI: 10.18500/2304-9790-2024-13-4-296-310.
5. Королев А. Л., Паршукова Н. Б. Особенности формирования инженерной культуры в педагогическом вузе // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2023. № 6(178). С. 127—152. DOI: 10.25588/CSPU.2023.178.6.008.
6. Инженерный практикум в подготовке будущих учителей / В. А. Попова, Л. А. Ларченкова, И. П. Ефимов и др. // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. 2022. № 204. С. 80—88. DOI: 10.33910/1992-6464-2022-204-80-88.
7. Казарбин А. В., Драчев К. А., Лунина Ю. В. Развитие инженерного мышления средствами научно-исследовательской деятельности студентов // Педагогический журнал. 2021. Т. 11. № 3А. С. 213—221.
8. Усольцев А. П., Шемало Т. Н. О понятии «инженерное мышление» // Формирование инженерного мышления в процессе обучения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург : Ур. гос. пед. ун-т, 2015. С. 3—9.
9. Андриухина Л. М., Гузанов Б. Н., Анахов С. В. Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира // Образование и наука. 2023. Т. 25. № 8. С. 12—48. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-8-12-48.
10. Анахов С. В., Гузанов Б. Н. Новые форматы и модели инженерно-педагогической подготовки в профессионально-педагогическом образовании // Педагогический журнал Башкортостана. 2024. № 2(104). С. 46—60.
11. Марков К. А., Тимофеева К. О. Формирование инженерного мышления будущих учителей с использованием цифровых ресурсов // Современное педагогическое образование. 2023. № 11. С. 308—312.

12. Гулевская А. Ф., Карякина И. Е., Максимов В. П. Цифровая образовательная среда подготовки инженерных кадров // Современное педагогическое образование. 2024. № 5. С. 312—318
13. Данатарова М. К., Данатаров К. А. Цифровое образование: трансформация обучения в современном мире // Образование и наука в XXI веке. 2025. № 66-3. Т. 1. URL: <https://mpcareer-google.ru/index.php/journal/article/view/3288>.
14. Образовательная среда для подготовки учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением : моногр. / под ред. Н. Н. Демидовой. Н. Новгород : Радонеж, 2025. 128 с.
15. Игнатъева Г. А., Самерханова Э. К., Сдобняков В. В., Тулупова О. В. Педагогическая инженерия: методологический абрис проекта Мининского университета // Вестник Мининского университета. 2022. Т. 10. № 2. Ст. 8. DOI: 10.26795/2307-1281-2022-10-2-8.

REFERENCES

1. Guzanov B. N., Fedulova K. A. Features of formation of engineering thinking in the preparation of teacher of vocational training. *Problemy sovremennoogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education*. 2019;62(2): 69—72. (In Russ.)
2. Feoktistov A. V., Kislov A. G., Shapko I. V., Gorodilov V. E. Chronotope of Engineering and Pedagogical Thinking. *Vysshye obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2023;32(7):135—156. (In Russ.) DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-7-135-156.
3. Nikitina A. A., Mannanova E. A. The phenomenon of engineering thinking in the modern world: Psychological content, structure, components. *Russian Journal of Education and Psychology*. 2025;16(4):595—617. (In Russ.) DOI: 10.12731/2658-4034-2025-16-4-910.
4. Shefer O. R., Lebedeva T. N., Kraineva S. V., Kochetkova G. S. Diversified approaches and strategies for developing engineering thinking among students of pedagogical universities. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Akmeologiya obrazovaniya. Psikhologiya razvitiya = Izvestiya of Saratov University. Educational Acmeology. Developmental Psychology*. 2024;13(4):296—310. (In Russ.) DOI: 10.18500/2304-9790-2024-13-4-296-310.
5. Korolev A. L., Parshukova N. B. Features of the formation of engineering culture in a pedagogical university. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo humanitarno-pedagogicheskogo universiteta = The Herald of South-Ural state Humanities-Pedagogical University*. 2023;6(178):127—152. (In Russ.) DOI: 10.25588/CSPU.2023.178.6.008.
6. Popova V., Larchenkova L., Efimov I. et al. Workshops in engineering and teacher training. *Izvestiya Rossiiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni A. I. Gertsena = Izvestia: Herzen university journal of humanities & sciences*. 2022;204:80—88. (In Russ.) DOI: 10.33910/1992-6464-2022-204-80-88.
7. Kazarbin A. V., Drachev K. A., Lunina Yu. V. Development of engineering thinking by means of research activities of students. *Pedagogicheskii zhurnal = Pedagogical Journal*. 2021;11(3A):213—221. (In Russ.)
8. Usol'tsev A. P., Shemalo T. N. On the concept of engineering thinking. *Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya = Formation of engineering thinking in the learning process. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Ekaterinburg, Ural State Pedagogical University publ., 2015:3—9. (In Russ.)
9. Andryukhina L. M., Guzanov B. N., Anakhov S. V. Engineering thinking: Vectors of development in the context of the transformation of the scientific picture of the world. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2023;25(8):12—48. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2023-8-12-48.
10. Anakhov S. V., Guzanov B. N. New formats and models of engineering and pedagogical training in vocational and pedagogical education. *Pedagogicheskii zhurnal Bashkortostana = Pedagogical journal of Bashkortostan*. 2024;2(104):46—60. (In Russ.)
11. Markov K. A., Timofeeva K. O. Formation of engineering thinking of future teachers using digital resources. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie = Modern pedagogical education*. 2023;11:308—312. (In Russ.)
12. Gulevskaya A. F., Karyakina I. E., Maksimov V. P. Digital educational training environment engineering personnel. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie = Modern pedagogical education*. 2024;5:312—318. (In Russ.)
13. Danatarova M. K., Danatarov K. A. Digital education: transformation of training in the modern world. *Obrazovanie i nauka v XXI veke*. 2025;66-3(1). (In Russ.) URL: <https://mpcareer-google.ru/index.php/journal/article/view/3288>.
14. Educational environment for training a teacher of natural sciences with engineering thinking. Monograph. N. N. Demidova (ed.). Nizhny Novgorod, Radonezh, 2025. 128 p. (In Russ.)
15. Ignatieva G. A., Samerkhanova E. K., Sdobnyakov V. V., Tulupova O. V. Pedagogical engineering: methodological outline of the project of Minin University. *Vestnik Mininskogo universiteta = Vestnik of Minin University*. 2022;10(2):8. (In Russ.) DOI: 10.26795/2307-1281-2022-10-2-8.

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 18.03.2026; принята к публикации 23.03.2026.
The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 18.03.2026; accepted for publication 23.03.2026.