

Научная статья

УДК 372.857

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РАМКАХ ПРОЕКТА «ПРЕДУНИВЕРСАРИЙ»

**Сауле Куаншевна Касимова^{1✉}, Андрей Валерьевич Трясучев², Расул
Эдуардович Самиев³**

^{1, 2, 3}Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
Астрахань, Россия

¹ ✉ saule_kasimova@mail.ru

Аннотация. В статье представлен опыт реализации модуля по интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в проектное обучение физиологии растений в рамках дополнительной общеразвивающей программы по агробиологическим наукам в рамках проекта «Предуниверсарий», реализуемом в Астраханском государственном университете имени В. Н. Татищева. Раскрывается авторская методика, в которой обучение нейросети классификации физиологических состояний растений (на примере анализа визуальных признаков дефицита питательных элементов, водного стресса или фотосинтетической активности) и последующая рефлексия ошибок модели выступают дидактическим механизмом формирования операциональных биологических знаний и метапредметных компетенций (в том числе, критического мышления, алгоритмизации и работы с большими данными). Подробно описываются этапы проектной деятельности школьников, приводятся результаты (рост понимания физиологических механизмов, повышение точности классификации разработанных моделей, снижение когнитивных искажений при интерпретации биологических данных) и

педагогические выводы об эффективности использования ошибок ИИ как ресурса развития познавательного интереса, формирования устойчивой мотивации к исследовательской работе.

Ключевые слова: проектное обучение, методика преподавания биологии, дополнительное образование, искусственный интеллект, физиология растений, рефлексия ошибок, метапредметные компетенции

Для цитирования: Касимова С. К., Трясучев А. В., Самиев Р. Э. Интеграция технологий визуализации и искусственного интеллекта в дополнительное агробиологическое образование в рамках проекта «Предуниверсарий» // Научно-методический журнал «ПРЕДУНИВЕРСАРИЙ». 2026. Вып. 2 (2). С. 49–61.

Original article

UDC 372.857

INTEGRATION OF VISUALIZATION AND AI TECHNOLOGIES INTO CONTINUING AGROBIOLOGICAL EDUCATION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE PRE-UNIVERSARY PROJECT

Saule K. Kasimova, Andrey V. Tryasuchev, Rasul E. Samiev

Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

✉ saule_kasimova@mail.ru

Abstract. The article presents the experience of a module implementing on the integration of artificial intelligence technologies (AI) into project-based training in plant physiology as part of an additional general educational program in agrobiological sciences within the framework of the «Pre-University» project implemented by Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev. The author's methodology is revealed, in which training a neural network to classify physiological conditions of plants (using the example of analyzing visual signs of

nutrient deficiency, water stress, or photosynthetic activity) and subsequent reflection of model errors act as a didactic mechanism for the formation of operational biological knowledge and meta-subject competencies (including critical thinking, algorithmization, and working with big data). The stages of students' project activity are described in detail, the results of project activities are presented (increased understanding of physiological mechanisms, increased classification accuracy of developed models, reduction of cognitive distortions in the interpretation of biological data) and pedagogical conclusions about the effectiveness of using AI errors as a resource for developing cognitive interest, forming sustainable motivation for research work.

Keywords: project-based learning, biology teaching methods, supplementary education, artificial intelligence, plant physiology, error reflection, meta-subject competencies

For citation: Kasimova S. K., Tryasuchev A. V., Samiev R. E. Integration of visualization and AI technologies into continuing agrobiological education within the framework of the Pre-Universary project // Scientific and Methodological Journal «PRE-UNIVERSITY». 2026. 2 (2): 49–61. (In Russ.).

Введение

Современные технологии визуализации и анализа данных открывают новые возможности для естественно-научного образования. Инфракрасные камеры, датчики влажности почвы и алгоритмы машинного обучения позволяют в реальном времени наблюдать физиологические процессы растений, которые ещё десять лет назад требовали дорогостоящего лабораторного оборудования. Однако, в традиционной школьной биологии эти инструменты практически не используются. Учебный процесс, зачастую, ограничивается наблюдениями и простыми экспериментами, а биология продолжает восприниматься учащимися как описательная, а не инженерная дисциплина.

Особенно остро эта проблема проявляется в работе с мотивированными школьниками 7 классов. В этом возрасте у учащихся формируется устойчивый интерес к естественным наукам [4], они уже владеют базовыми навыками программирования и работы с датчиками, однако, не видят точек сопряжения цифровых компетенций с биологическим содержанием. При этом, современные требования ФГОС и тренды EdTech диктуют необходимость интеграции биологии с инженерией, программированием и анализом данных [2]. Таким образом, в современном агробиологическом образовании сложилось противоречие между потребностью школьников в практическом применении ИИ и слабой связью ИИ с реальными биологическими задачами, а также запросом агро-биотехнологической отрасли на кадры, владеющие «языком данных» растения, и школьной программой, где растение остаётся «чёрным ящиком».

В связи с этим, цель данного исследования заключается в разработке и апробации модели проектного обучения физиологии растений, в которой технологии искусственного интеллекта выступают не самостоятельной целью, а инструментом формирования операционального биологического знания и повышения познавательной мотивации учащихся 7 классов.

Материал и методы исследования

Дополнительная общеразвивающая программа по предпрофильной подготовке по агробиологическому направлению реализуется в рамках проекта «Предуниверсарий», участниками программы являются учащиеся 7 классов (12-13 лет, 24 чел.). Формат обучения: 2 часа в неделю в течение учебного года (всего 68 часов). В рамках одного из модулей нами была сделана попытка внедрить технологии визуализации и ИИ при изучении физиологии растений.

Констатирующий этап состоял из теста на базовые знания физиологии растений (транспирация, корневое давление, фотосинтез), анкеты на выявление мотивации (модифицированная методика Т. Д. Дубовицкой, 2002), адаптированной к агробиологической тематике [1]. Формирующий этап эксперимента включал разработку и апробацию серии практических занятий,

направленных на интеграцию методов ИИ в проектную деятельность. Ключевым элементом стал блок задач по созданию систем компьютерного зрения для диагностики состояния растений. В рамках этого блока обучающимся было предложено решить обратную задачу: не просто наблюдать за внешними признаками, а научить алгоритм их распознавать. С этой целью была собрана и размечена обучающая выборка из 55 цифровых изображений листовых пластин, отражающих различные физиологические состояния: тургор, начальное увядание, последствия переувлажнения. Важно, что школьники не получали готового решения, а самостоятельно фотографировали растения в разных условиях, фиксируя параметры съемки (освещение, угол, фон) и, одновременно, документируя агротехнический контекст (когда и сколько поливали, какая температура воздуха и т. д.). Используя среду машинного обучения Teachable Machine, школьники обучали нейросеть классифицировать эти состояния. Полученная точность модели (в среднем 85%) рассматривалась не как конечный, а как проблемно-ориентированный результат. На этапе рефлексии участники проекта критически проанализировали причины ошибок классификации (например, путая солнечный ожог с механическим повреждением), что позволило выявить те визуальные признаки, которые биоинформатически значимы, а какие являются артефактами съемки. На основе анализа ошибок каждая проектная группа должна была разработать собственный протокол улучшения системы.

Исследовательские результаты и их интерпретация

Оценка базовых знаний физиологии растений проводилась с помощью теста, который включал 12 заданий закрытого и открытого типа по трём ключевым темам: транспирация, корневое давление, фотосинтез. Изучение ответов выявило: наибольшие проблемы у школьников вызвали вопросы о том, как работает транспирация и охлаждает растение (31% правильных ответов), какие факторы влияют на корневое давление (24%) и как фотосинтез связан с газообменом и транспирацией через устьица (38%). Фактологические вопросы («Что такое фотосинтез?», «Где идёт транспирация?») затруднений не вызвали

(78–82%). Из этого следует, что учащиеся способны воспроизводить определения, но не понимают взаимосвязанность физиологических процессов. Эти результаты подтверждают, что при организации обучения по традиционной методике растение остаётся для учащихся загадкой. Низкие результаты ответов на вопросы о связи фотосинтеза и транспирации показывают, что понятийная связь между этими понятиями в ходе обучения не сформирована.

Результаты мониторинга познавательного интереса учащихся к агробиологической тематике представлены на рис. 1.

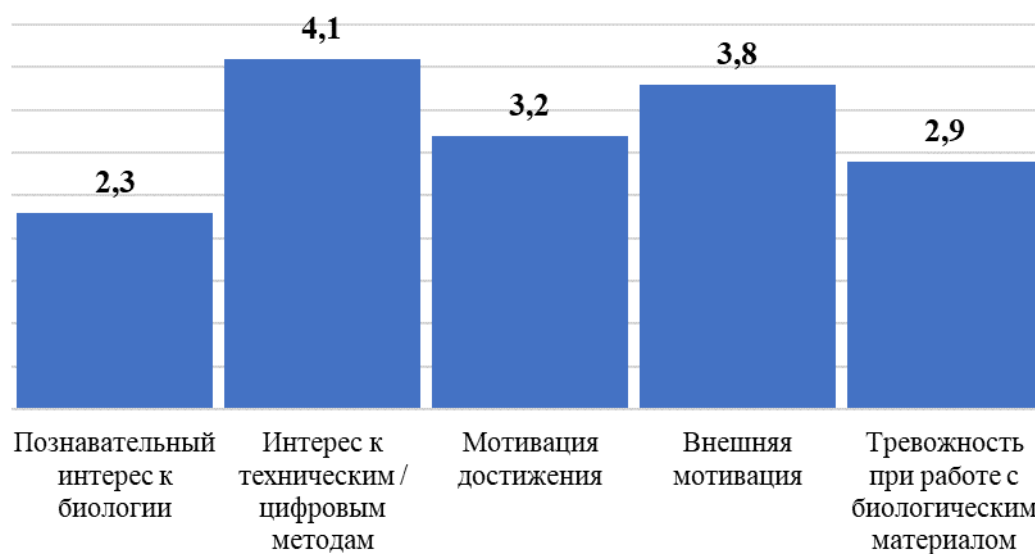


Рис. 1. Оценка познавательного интереса к агробиологической тематике (в баллах).

Анализ результатов диагностики показал статистически значимый разрыв ($p < 0,01$) между низкой познавательной мотивацией семиклассников к изучению биологии (2,3 балла из 5) и высоким интересом к применяемым в обучении технологическим инструментам (4,1 балла). Полученные данные эмпирически подтверждают заявленное дидактическое противоречие: учащиеся владеют цифровыми компетенциями и демонстрируют к ним устойчивый интерес, однако традиционное биологическое образование не создаёт дидактических условий для их актуализации. Биология продолжает восприниматься школьниками как описательная дисциплина. Гораздо более значимым является отсутствие значимой корреляции между знаниями физиологии и интересом к

технологиям. Это означает, что даже школьники с низкими биологическими знаниями могут проявлять высокий интерес к ИИ-инструментам – и наоборот.

Далее учащимися было предложено на основе классификации трёх физиологических состояний листовых пластин провести обучение нейросети в среде Teachable Machine на единой обучающей выборке из 55 размеченных изображений, однако, каждая группа самостоятельно настраивала параметры обучения и интерпретировала результаты. После завершения обучения нейросети каждая группа зафиксировала итоговую точность модели, а также точность и полноту для каждого из трёх классов. Общая точность модели (85,2%) сопоставима с данными аналогичных образовательных проектов по использованию Teachable Machine в школьной практике [3]. На этапе рефлексии каждая группа фиксировала, в каких именно случаях нейросеть ошибалась. Были выделены три типа систематических ошибок, которые учащиеся зафиксировали в рабочих журналах: смешение начального увядания и переувлажнения, интерпретация, недостаточная выборка для класса «начальное увядание».

Таким образом, школьники самостоятельно открыли для себя проблему дисбаланса классов и недостаточной репрезентативности выборки – фундаментальные понятия машинного обучения. Для оценки изменения качества понимания физиологии растений до и после работы с нейросетью учащимся было предложено ответить на открытый вопрос: «Почему модель может путать увядание и переувлажнение, если с точки зрения физиологии это противоположные процессы?». Полученная динамика среди ответов свидетельствует о переходе от декларативного знания («увядание – это нехватка воды», «перелив – это избыток воды») к системному пониманию: учащиеся осознали общий физиологический механизм (нарушение водоснабжения надземной части) при разных этиологических факторах. Ключевую роль здесь сыграла именно рефлексия ошибок нейросети, которая «заставила» школьников искать скрытое сходство между разными состояниями.

В ходе формирующего этапа эксперимента особое внимание уделялось организации рефлексивной деятельности учащихся. Так, каждая проектная группа приступила к критическому анализу причин ошибок классификации сразу же после завершения обучения нейросети и фиксации количественных результатов. Этап имел целью не только зафиксировать выявленные ошибки, но научиться интерпретировать «поведение» модели, отличать биологически значимые признаки от артефактов и формулировать гипотезы для улучшения работы системы, что подтверждает его педагогически ориентированный характер.

Основываясь на анализ разработанных в ходе совместной работы продуктов проектной деятельности (рабочие журналы, устные выступления, итоговые отчёты групп) были определены следующие компетенции, сформированные или значительно развитые во время реализации предшествующего этапа критического анализа и интерпретации (рис. 2).



Рис. 2. Доля учащихся, продемонстрировавших компетенции, %.

Можно без сомнения утверждать, что анализ выявленных ошибок, допущенных нейросетью при выполнении поставленных задач, стала эффективным дидактическим механизмом, позволившим превратить формальный показатель результативности в содержательную образовательную задачу. Ошибка модели стала ресурсом для формулирования новых

биологических вопросов. Сформировано различие «биологического сигнала» и «методологического шума». Трансформировано отношение к неидеальному результату: от фиксации на недостатках к восприятию ошибки как указателя на «зону ближайшего улучшения», требующую дополнительного биологического знания. Данное изменение представляет собой важнейший воспитательный и метапредметный результат проектного обучения. Содержательное биологическое знание формировалось через технологическую задачу: учащиеся усвоили различие между солнечным ожогом и механическим повреждением, начальным увяданием и переувлажнением не из лекции, а в процессе объяснения того, почему нейросеть ошибается. Это подтверждает эффективность технологии опосредованного обучения, где ИИ выступает не целью, а инструментом познания биологии.

На завершающем этапе формирующего эксперимента каждая проектная группа на основе проведённого критического анализа ошибок нейросети разработала собственный протокол улучшения диагностической системы. Разработанные протоколы были оформлены в виде технологических карт и апробированы на новых тестовых растениях, не входивших в исходную обучающую выборку. Анализ продуктов проектной деятельности позволил выделить три стратегии улучшения системы, которые распределились среди трех основных групп (рис. 3):

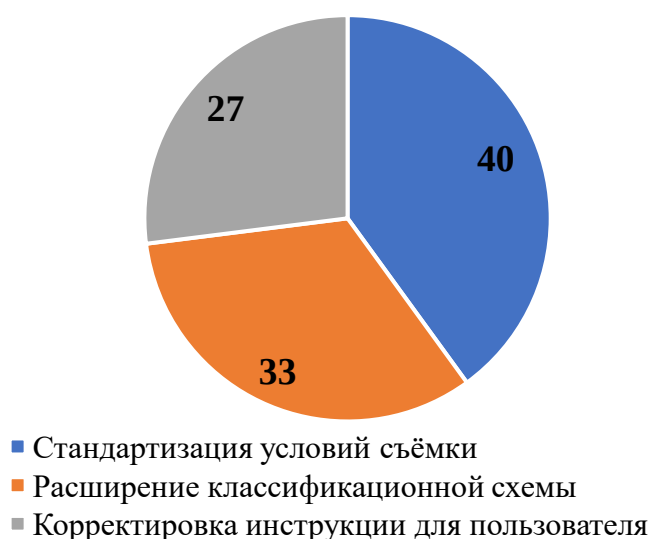


Рис. 3. Стратегии улучшения системы по результатам анализа проектной деятельности.

Самостоятельное определение группой стратегии улучшения свидетельствует о сформированности проектного мышления: учащиеся не просто констатировали наличие ошибок, но и предлагали конструктивные способы их устранения, соразмерные их возможностям и имеющимся ресурсам. Учащиеся продемонстрировали способность планировать последовательность действий: сбор данных → обучение модели → анализ ошибок → разработка протокола → проверка, контролировать промежуточные результаты и корректировать деятельность на основе полученной обратной связи. В устных рефлексивных отчётах 11 из 15 групп (73,3%) отмечено, что разработанный ими протокол можно применять не только для растений, но и для любой задачи распознавания состояний по фото. Это свидетельствует о сформированности метапредметного обобщения: учащиеся осознали универсальную структуру проектно-исследовательской деятельности в области компьютерного зрения. Защита разработанных протоколов перед другими группами сопровождалась аргументированной дискуссией: группы обменивались критическими замечаниями, уточняли формулировки технологических карт, предлагали гибридные решения.

Заключение

В ходе исследования подтверждена эффективность интеграции технологий искусственного интеллекта в проектное обучение физиологии растений. Разработанная и апробированная модель предполагает последовательное прохождение учащимися этапов: сбор и разметка данных → обучение нейросети классификации физиологических состояний → рефлексия ошибок модели → разработка и проверка протоколов улучшения системы. Ключевым педагогическим механизмом выступила рефлексия ошибок нейросети, которая позволила превратить технологический инструмент в средство формирования операционального биологического знания. Исходное противоречие между высоким интересом к ИИ (4,1 балла) и низким интересом к биологии (2,3 балла) было успешно преодолено за счёт «технологической упаковки» биологического содержания. Практическая значимость модели

заключается в её доступности (бесплатная среда Teachable Machine, стандартные мобильные устройства) и воспроизводимости в условиях как дополнительного, так и основного образования. Таким образом, можно сделать обобщенный вывод о том, что искусственный интеллект в школьной биологии ценен не как генератор правильных ответов, а как объект рефлексии, ошибки которого выступают дидактическим ресурсом для углубления предметного знания.

Список литературы

1. Дубовицкая Т. Д. Психодиагностическая методика оценки социально-перцептивной установки личности: психометрические характеристики и особенности использования / Т. Д. Дубовицкая, Г. Ф. Тулитбаева, А. В. Шашков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2017. Т. 14. №. 2. С. 213–225.
2. Зыков И. Е. Возможности искусственного интеллекта в изучении школьного курса биологии / И. Е. Зыков // Проблемы современного педагогического образования. 2025. №. 88–1. С. 50–53.
3. Попов Г. А. Знакомство школьников с основами обучения нейросетей в среде Teachable Machine / Г. А. Попов // Материалы 62-й Международной научной студенческой конференции. Новосибирск. 2024. С. 448–449.
4. Стубайло М. Н. Формирование мотивации учения в подростковом возрасте / М. Н. Стубайло // Психологическая студия. 2018. С. 205–207.

References

1. Dubovitskaya T. D. Psikhodiagnosticheskaya metodika otsenki sotsial'no-pertseptivnoy ustanovki lichnosti: psikhometricheskiye kharakteristiki i osobennosti ispol'zovaniya / T. D. Dubovitskaya, G. F. Tulitbayeva, A. V. Shashkov // Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Psikhologiya i pedagogika. 2017. T. 14. №. 2. S. 213–225.

2. Zykov I. Ye. Vozmozhnosti iskusstvennogo intellekta v izuchenii shkol'nogo kursa biologii / I. Ye. Zykov // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2025. №. 88–1. S. 50–53.

3. Popov G. A. Znakomstvo shkol'nikov s osnovami obucheniya neyrosetey v srede Teachable Machine / G. A. Popov // Materialy 62-y Mezhdunarodnoy nauchnoy studencheskoy konferentsii. Novosibirsk. 2024. S. 448–449.

4. Stubaylo M. N. Formirovaniye motivatsii ucheniya v podrostkovom vozraste / M. N. Stubaylo // Psikhologicheskaya studiya. 2018. S. 205–207.

Информация об авторах:

С. К. Касимова – кандидат биологических наук, доцент, декан агробиологического факультета, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

А. В. Трясучев – кандидат биологических наук, доцент кафедры фундаментальной биологии и биомедицины, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

Р. Э. Самиев – ассистент кафедры фундаментальной биологии и биомедицины, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

Information about the authors:

Saule K. Kasimova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, the Dean of the Faculty of Agrobiology, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

Andrey V. Tryasuchev – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Fundamental Biology and Biomedicine Department, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

Rasul E. Samiev – the Assistant of Fundamental Biology and Biomedicine Department, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 01.06.2026; одобрена после рецензирования 14.06.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was published 01.06.2026; approved after reviewing 14.06.2026; accepted for publication 15.06.2026.