Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

378.147:004.8:631.17

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСШЕГО АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ УМНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.Г. Серебрякова[1], канд. пед. наук, доцент,
Т.А. Казаченко[2], канд. физ-мат. наук, доцент,
К.С. Шалгимбекова[2], канд. пед. наук,
ассоциированный профессор,
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»,
[3]Некоммерческое акционерное общество «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Педагогический институт им. У.Султангазина

Аннотация. Проанализированы риски «имитационного обучения», вызванные экспансией генеративного искусственного интеллекта (ИИ). Предложена трехкомпонентная модель понятийного каркаса, обеспечивающая формирование у будущих инженеров навыков валидации и управления ИИ-системами посредством применения междисциплинарных проектов на основе цифровых двойников.

Abstract. The risks of "imitative learning" caused by the expansion of generative artificial intelligence (AI) are analyzed. The author proposes a three-component conceptual framework model that ensures the formation of proactive competencies in future engineers for the validation and management of AI systems through the implementation of interdisciplinary projects based on digital twins.

Ключевые слова: компьютерные науки, генеративный искусственный интеллект, имитационное обучение, понятийный каркас, цифровые двойники, проактивные компетенции

Keywords: computer science, generative artificial intelligence, imitative learning, conceptual framework, digital twins, proactive competencies.

Введение

Скорость обновления сквозных цифровых значительно превосходит период изменения образовательных программ, создавая разрыв между академическими навыками выпускников и реальными требованиями рынка труда [1].

Экспансия систем генеративного искусственного интеллекта в студенческую среду порождает феномен - бесконтрольного делегирования когнитивных и расчетных функций нейросетям без осмысления алгоритмической сущности процессов. Инженерная дидактика требует перехода от репродуктивного изучения пользовательских ИТ-интерфейсов к формированию инвариантного концептуально-понятийного каркаса знаний.

Основная часть

Ключевым дидактическим условием формирования компетенций является масштабирование и качественная трансформация цикла дисциплин группы «Компьютерные науки» для не-ИТ специальностей АПК [2]. Общий объем часов ИТ-цикла $V_{КН}$ в структуре современного инженерного учебного плана соответствует ограничению:

$$V_{КН} \geq 0{,}10 \cdot V_{ОБЩЕЕ} \quad (1)$$

где $V_{ОБЩЕЕ}$ – суммарный объем академических часов учебного плана.

Дидактический дизайн нового поколения предполагает распределение этого объема времени по трем иерархическим уровням понятийного каркаса (таблица 1).

Таблица 1 – Трехуровневая матрица понятийного каркаса цикла «Компьютерные науки»

Уровень каркаса	Инвариантные базовые понятия инфосферы	Прикладной дидактический контент
Алгоритмизация	Конечные автоматы, циклы обратной связи, логика предикатов	Проектирование алгоритмических блок-схем и логики работы промышленных контроллеров автоматизации АПК
Обработка данных	Жизненный цикл данных, валидность выборки, фильтрация шумов Big Data	Очистка реальных массивов данных с метеостанций и датчиков точного земледелия от аппаратных ошибок
Моделирование	Адекватность модели, граничные условия, критерии оптимизации	Синтез высшей математики и ИТ; математическое описание и виртуальное воспроизведение физических процессов АПК

Практическая реализация предложенной модели на базе БГАТУ базируется на сквозном проектировании цифровых двойников технологических комплексов [3]. В качестве базового верификационного кейса используется цифровая модель тепломассообмена зерносушильного комплекса. Математическая основа модели описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных для плотного дисперсного слоя:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a\nabla^2\theta + \frac{r}{c}\frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (2)$$

Кинетика влагоудаления в процессе сушки подчиняется экспоненциальному закону по уравнению кинетики:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = -K_{arr}\left(U - U_{ravn}\right)\exp\left(-\frac{E_{act}}{R\left(T+273\right)}\right) \quad (3)$$

Уравнения материального и теплового баланса сушильного агента (газовоздушной смеси) по высоте технологической шахты z выражаются как:

$$\frac{\partial G_{vlagi}}{\partial z} = \beta\left(U - U_{poverhn}\right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial T_{agent}}{\partial z} = -\frac{\alpha S}{G_{agent}c_{agent}}\left(T_{agent} - \theta\right) \quad (5)$$

В процессе выполнения комплексного задания студент интегрирует полученную систему уравнений с алгоритмом автоматического адаптивного регулирования по принципу обратной связи. Вектор состояния исполнительных механизмов описывается дискретной функцией перехода:

$$S_{t+1} = f\left(S_t, X_t - E_t\right) \quad (6)$$

Для выделения истинного сигнала из зашумленного потока телеметрии и предотвращения ложного аварийного останова оборудования искусственным интеллектом, студент программирует цифровой фильтр Калмана. Алгоритм осуществляет рекуррентное оценивание истинного состояния параметров по уравнениям прогноза и коррекции:

$$\hat{X}_{t|t} = \hat{X}_{t|t\text{-}1} + K_t\left(Z_t - H\hat{X}_{t|t\text{-}1}\right) \quad (7)$$

$$K_t = \mathrm{P}_{t|t\text{-}1}H^T\left(HP_{t|t\text{-}1}H^T + R_{\mathrm{cov}}\right)^{-1} \quad (8)$$

$$P_{t|t} = \left(I - K_tH\right)P_{t|t\text{-}1} \quad (9)$$

Благодаря такой структуре заданий студент защищен от «имитационного обучения». Он выступает не пассивным пользователем интерфейса ИИ, а квалифицированным создателем и валидатором алгоритмической модели, способным верифицировать ошибки программной среды.

Для реализации практического модуля в учебный процесс был также внедрен лабораторный практикум по дисциплине «Цифровые

технологии в растениеводстве». В рамках модуля студенты изучали принципы построения систем компьютерного зрения для автоматического мониторинга фитосанитарного состояния посевов. В качестве базовой архитектуры использовалась нейросетевая модель *YOLOv*8. В ходе выполнения практических задач студенты экспериментальной группы успешно провели дообучение модели YOLOv8 на специализированном датасете изображений фитопатологий озимого рапса, характерных для агроклиматических условий Беларуси.

Основой исследования стал полевой датасет, собранный на экспериментальных полях Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Всего было подготовлено 3250 высококачественных снимков, отражающих различные фитосанитарные состояния культуры. Сбор данных производился с помощью мобильных устройств в условиях естественного освещения. Распределение собранного материала представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура экспериментального датасета озимого рапса

Для оценки качества работы нейросети, разработанной студентами, использовались стандартные метрики качества классификации: точность (*Precision*), полнота (*Recall*) и интегральный критерий F1-score. Данные метрики рассчитываются на основе матрицы ошибок (*Confusion Matrix*) по следующим формулам:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \tag{10}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \tag{11}$$

$$F1\text{-}score = \frac{2 \cdot \text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \tag{12}$$

В таблице 2 представлены итоговые показатели метрик эффективности распознавания болезней растений, достигнутые обучающимися в ходе выполнения учебного проекта.

Таблица 2 – Метрики эффективности распознавания фитопатологий озимого рапса моделью YOLOv8

Класс объектов	Точность (*Precision*)	Полнота (*Recall*)	*F1-score*
Здоровые растения рапса	0,95	0,93	0,94
Альтернариоз (черная пятнистость)	0,88	0,86	0,87
Фомоз (сухая гниль)	0,90	0,88	0,89
Среднее значение (mAP@0.5)	**0,910**	**0,890**	**0,900**

Детальный поклассный анализ распознавания представлен на матрице ошибок (рисунок 2). Как видно из графика, основные затруднения модели связаны со взаимным смешением классов альтернариоза и фомоза на поздних стадиях проявления болезней.

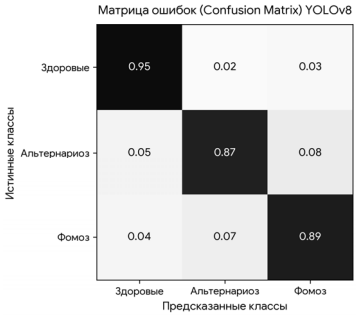

Рисунок 2 – Матрица ошибок дообученной модели YOLOv8

Наряду с техническим проводился педагогический эксперимент, анализ результатов которого показал значительный прирост уровня сформированности цифровых компетенций у студентов экспериментальной группы (ЭГ) по сравнению с контрольной группой (КГ). Педагогический эксперимент проводился в 2025–2026 учебном году на базе Института агробиотехнологий. Были сформированы две группы студентов 4 курса направления «Агрономия»: контрольная группа (КГ, n = 28), обучавшаяся по традиционной программе, и экспериментальная группа (ЭГ, n = 30), в программу которой был встроен сквозной ИТ-модуль. Уровень компетенций оценивался по 100-балльной шкале (включая теоретический тест и

решение практического кейса на Python). Высокие значения метрик (F1-score = 0.905 для усредненного класса) доказывают, что студенты способны освоить сложные инструменты ИИ и применять их для прикладных задач растениеводства.

Распределение студентов по уровням владения технологиями (низкий – до 60 баллов, средний – 61–85 баллов, высокий – более 85 баллов) представлено на рисунке 3.

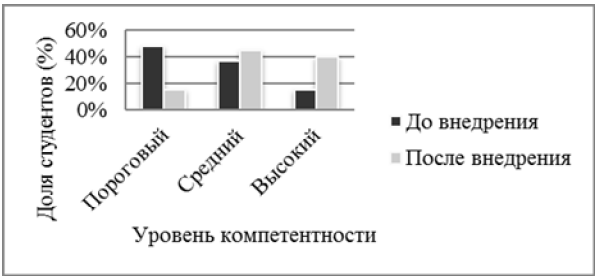

Рисунок 3 – Распределение студентов по уровням цифровых компетенций

Для подтверждения статистической значимости различий между ЭГ и КГ был применен критерий согласия Пирсона $\chi^2_{эмп}$. Расчет производился по формуле:

$$\chi^2_{эмп} = \sum \frac{(f_э - f_к)^2}{f_к} \qquad (13)$$

Полученное эмпирическое значение $\chi^2_{эмп} = 18,42$ превышает критическое значение $\chi^2_{крит} = 5,99$ для уровня значимости $p<0,05$ при $df = 2$. Это строго доказывает, что изменения обусловлены именно внедрением разработанной методики обучения.

Заключение

Модернизация инженерно-аграрного образования на основе расширения цикла Computer Science до уровня 10% и внедрения сквозного понятийного каркаса является критическим фактором обеспечения кадровой и технологической безопасности отрасли. Предложенный подход позволяет готовить инженеров-архитекторов, способных управлять сложными интеллектуальными системами.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н. Г. Повышение качества подготовки инженеров через приобщение учащихся к техническому творчеству на примере изучения динамических характеристик автомобилей / Н.Г. Серебрякова, И.А. Серебряков, А.А. Кли-

мович // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов. В 2 томах, Минск, 06–08 июня 2023 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2023. – С. 324-327.

2. Серебрякова, Н. Г. Анализ цикла дисциплин "Компьютерные науки" в инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2020. – № 4(138). – С. 39-43.

3. Методология проектирования электронной сервисной программы технического обслуживания и ремонта транспортных средств / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков, Д. Н. Коваль [и др.] // Цифровизация агропромышленного комплекса : Сборник научных статей II международной научно-практической конференции в 2-х томах, Тамбов, 21–23 октября 2020 года. Том II. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020.

4.Серебрякова, Н. Г. Реализация компетентностного подхода в преподавании учебной дисциплины «Информатика» для студентов непрофильных специальностей в контексте образовательных стандартов нового поколения / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2024. – № 5(163). – С. 7–11.

5.Серебрякова, Н. Г. Инженерное образование нового поколения как инструмент формирования современного специалиста / Н. Г. Серебрякова // Профессиональное образование. – 2024. – № 3(57). – С. 17-23.

6.Серебрякова, Н. Г. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13, № 11-1. – С. 575–584. – DOI 10.34670/AR.2023.59.14.078.

УДК 378.147:621.43.06

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ АПК В РАМКАХ УЧАСТИЯ В ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.И. Белохвостов, канд. техн. наук, доцент,
Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,
А.Г. Драгун, студент,
И.В. Кузнецова, канд. пед. наук, доцент,
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ярославский государственный аграрный университет»

Аннотация. В статье научно обоснована и представлена методика формирования проектно-исследовательской компетентности будущих инженеров агропромышленного комплекса (АПК) в процессе обучения в БГАТУ. В основу дидактического переноса положены результаты выполнения задания ГПНИ на 2025–2030