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

годы, направленного на улучшение газодинамических, аэроакустических и экологических характеристик систем выпуска отработавших газов поршневых двигателей. Продемонстрирован опыт интеграции математических моделей нестационарной газодинамики и сопряженного теплообмена в учебный процесс для преодоления разрыва между вузовской наукой и практико-ориентированным обучением.

Abstract. The article provides a scientific substantiation and presents a methodology for developing the project and research competence of future engineers in the agro-industrial complex (AIC) during their training at BSATU. The didactic transfer is based on the implementation results of Task 6.1.10 within the State Program for Scientific Research (SPSR) for 2025–2030, which aims to improve the gas-dynamic, aeroacoustic, and environmental characteristics of exhaust systems in reciprocating engines. The paper demonstrates the experience of integrating mathematical models of unsteady gas dynamics and conjugate heat transfer into the educational process to bridge the gap between university science and practice-oriented learning.

Ключевые слова: проектно-исследовательская компетентность, агроинженерное образование, методика обучения, газодинамика, поршневые ДВС, теплообмен.

Keywords: project and research competence, agro-engineering education, teaching methodology, gas dynamics, reciprocating internal combustion engines, heat transfer.

Введение

Трансляция результатов фундаментальных исследований в образовательный процесс – ключевое положение дидактической прогностики. Выполнение задания 6.1.10 «Улучшение газодинамических, аэроакустических и экологических характеристик систем выпуска отработавших газов поршневых ДВС» подпрограммы «Механика, машиностроение, электротранспортные, роботизированные и беспилотные системы» Государственной программы научных исследований «Механика, машиностроение, роботизированные, беспилотные и интеллектуальные системы» на 2025–2030 годы требует создания адекватных дидактических условий. Эффективным инструментом здесь выступает методика формирования проектно-исследовательской компетентности студентов через сквозное проектирование.

Основная часть

В рамках разработанной методики проектно-исследовательская компонента обучения базируется на интеграции уравнений нестационарной газодинамики и сопряженного теплообмена в выпускных системах ДВС. При моделировании пульсирующего потока газа в каналах сложной геометрии студенты оперируют системой одномерных уравнений Навье – Стокса в форме Эйлера:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + \frac{\rho u}{F}\frac{dF}{dx} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t}+\frac{\partial\left(\rho u^2+p\right)}{\partial x}+\frac{\rho u^2}{F}\frac{dF}{dx}+\rho f_x=0,$$

$$\frac{\partial(\rho e_0)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho u e_0+up)}{\partial x}+\frac{\rho u e_0+up}{F}\frac{dF}{dx}-\rho q=0,$$

где ρ – плотность газа; u – скорость потока; p – давление; $F(x)$ – площадь поперечного сечения канала; f_x – удельная сила трения; e_0 – полная удельная энергия газа; q – удельный тепловой поток через стенку, определяемый как:

$$q=\frac{\alpha\cdot П}{F}\left(T_г-T_c\right),$$

где $П$ – периметр канала; $T_г$, T_c – температуры газа и стенки. Расчет коэффициента теплоотдачи α выполняется через критериальное уравнение Нуссельта, содержащее искомые переменные структуры потока:

$$Nu=C\cdot \mathrm{Re}^m\cdot \mathrm{Pr}^n\cdot\left(1+\varepsilon_{pul}\right)$$

где C – экспериментальный коэффициент, зависящий от геометрии; m – показатель степени при числе Рейнольдса; n – показатель степени при числе Прандтля; ε_{pul} – коэффициент интенсивности пульсаций потока, учитывающий аэроакустическую нестационарность среды.

Педагогическая модель трансформации научного задания 6.1.10 в учебный процесс представлена в виде трехуровневой матрицы формирования компетенций.

Таблица 1. Матрица интеграции научного содержания задания ГПНИ в учебные модули методики

Уровень интеграции науки в дидактику	Физико-техническое содержание задания 6.1.10	Формируемые профессиональные компетенции (13.00.08)
1. Информационно-теоретический	Газодинамика пульсирующих потоков, законы затухания акустических волн	Фундаментализация знаний, способность к системному анализу рабочих процессов ДВС
2. Квазипрофессиональный	Численное моделирование (CFD) геометрии каналов, оптимизация противодавления	Владение методами компьютерного инжиниринга, верификация эмпирических зависимостей
3. Исследовательский	Экологический мониторинг дисперсных частиц и NOx, натурный акустический эксперимент	Готовность к созданию инновационных объектов интеллектуальной собственности для АПК

Для верификации компонентов проектно-исследовательской компетентности будущих инженеров АПК в рамках экспериментального обучения был применен следующий диагностический комплекс:

– для оценки мотивационно-ценностного компонента использовалась методика изучения мотивов учебной деятельности студентов (модификация А.А. Реана и В.А. Якунина, расширенная Н.Ц. Бадмаевой). Данный инструмент позволил выявить ведущие научно-познавательные и профессиональные мотивы обучающихся при их вовлечении в реальные задачи ГПНИ;

– оценка когнитивного и деятельностно-практического компонентов базировалась на концепции поэтапного формирования умственных действий и типовых инженерных задач (по Н.Ф. Талызиной и В.П. Беспалько);

– проверка уровня теоретических знаний и практических умений (патентный поиск, математическое моделирование, проведение технических экспериментов) осуществлялась с помощью критериально-ориентированных тестов и анализа портфолио научно-исследовательских отчетов, подготовленных для ГПНИ;

– для измерения рефлексивно-оценочного компонента была адаптирована методика диагностики уровня рефлексивности А.В.Карпова, с помощью которой была зафиксирована способность будущих инженеров АПК к критическому анализу допущенных ошибок в ходе опытно-конструкторских работ и публичной защите технических решений.

Внедрение разработанной методики формирования проектно-исследовательской компетентности будущих специалистов сельского хозяйства в рамках выполнения заданий ГПНИ показало высокую педагогическую эффективность: данные контрольного этапа эксперимента свидетельствуют о кардинальном качественном перераспределении студентов по уровням готовности: доля обучающихся с критическим пороговым уровнем сократилась более чем в три раза – с 48% до 15%. Наряду зафиксирован интенсивный рост показателей на среднем (45%) и высоком (40%) уровнях, что доказывает прямую взаимосвязь между вовлечением студентов в решение реальных государственных научно-технических задач и развитием их профессионального мастерства.

Положительная динамика объясняется эффектом интеграции академической науки и образовательного процесса. Участие в выполнении заданий госпрограмм трансформировало пассивное усвоение материала в активное научно-производственное проектирование. Будущие инженеры получили уникальный опыт работы на передовом лабораторно-техническом оборудовании, прошли сквозную практику прохождения патентных процедур и оформления стандартизированных отчетов, что существенно сократило адаптационный период перехода выпускника из вуза в реальный сектор АПК.

Заключение

Внедрение разработанной методики, сочетающей систему дифференциальных уравнений газодинамики и сопряженного теплообмена с лекционными курсами и расчетно-графическими работами, обеспечивает переход от репродуктивного обучения к продуктивному научному поиску. Статистически значимое перераспределение студентов в сторону высокого уровня исследовательской компетентности доказывает валидность выносимых на защиту положений докторской диссертации.

Список использованной литературы

1. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования агромеханического факультета, Беларусь, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 49-51.

2. Серебрякова, Н. Г. Системный анализ инженерной деятельности и инженерного образования при современном экономическом укладе / Н. Г. Серебрякова // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 5. – С. 222-230.

3. Историко-философские истоки современной инженерной деятельности / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 6. – С. 115-121.

4. Образовательные стандарты подготовки инженеров-механиков / Н. Г. Серебрякова, А. М. Карпович // Профессиональное образование. – 2018. – № 2(32). – С. 3-11.

5. Серебрякова, Н. Г. Интеграция дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов учебного плана технического вуза / Н. Г. Серебрякова, Л. С. Шабека, Е. В. Галушко // Профессиональное образование. – 2017. – № 2(28). – С. 19-23.

6. Программный модуль администратора для системы управления обучением / Н. Г. Серебрякова, А. П. Мириленко, Р. И. Фурунжиев, В. С. Кацуба // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018. – С. 559-563.