

Беларусь от 2 февр. 2021 г. № 66 : в ред. от 16 авг. 2025 г. № 440 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 19.10.2025)

2. Гражданский кодекс Республики Беларусь: 7 дек. 1998 г. № 218-З : принят Палатой представителей 28 окт. 1998 г. : одобр. Советом Респ. 19 нояб. 1998 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17 февр. 2025 г. № 62-З // ЭТАЛОН: информ.-поисковая система (дата обращения: 19.10.2025).

3. Об информации, информатизации и защите информации: Закон Респ. Беларусь от 10 нояб. 2008 г. № 455-З : в ред. от 10 окт. 2022 г. № 209-З // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 19.10.2025).

4. О защите персональных данных : Закон Респ. Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З : в ред. от 1 июня 2022 г. № 175-З // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 19.10.2025).

5. Петрова, И. Н. Цифровизация предпринимательства: проблемы правового обеспечения / И. Н. Петрова // Право и экономика. – 2023. – № 2. – С. 56–63.

УДК 004.032.26:37:66

**М.А. Зильберглейт, Г.А. Морозов**

Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

***Аннотация.** В настоящем докладе рассматриваются возможности применения нейронных сетей для решения задач в курсе общей химической технологии для студентов химико-технологического профиля.*

**M.A. Zilbergleit, G.A. Morozov**

Belarusian State Technological University,  
Minsk, Belarus

## **THE USE OF NEURAL NETWORKS IN TEACHING STUDENTS OF CHEMICAL ENGINEERING**

***Abstract.** This report examines the potential applications of neural networks for solving problems in the course of General Chemical Technology for students specializing in chemical engineering.*

Современные методы машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) находят широкое применение в химической технологии для моделирования, оптимизации процессов и прогнозирования свойств веществ [2-5]. Параллельно с этим растет образовательный потенциал нейросетевых технологий, которые могут автоматизировать рутинные расчеты, генерировать учебные материалы и обеспечивать персонализированную обратную связь [7-9].

Цель настоящей работы – продемонстрировать практическую возможность и эффективность применения нейронных сетей (НС) при обучении студентов химико-технологического профиля в таких курсах, как «Процессы и аппараты химических производств» и «Общая химическая технология».

**Основная часть.** Ниже представлены примеры использования нейросетевой модели Microsoft Copilot (на базе GPT-5) для решения типовых учебных задач.

Пример 1. Расчет материального баланса процесса выщелачивания. Задача: рассчитать расход щёлока  $P$  (12,8% KCl, 13,9% NaCl) для переработки 1000 кг сильвинитовой руды  $C$  (27% KCl, 73% NaCl) с получением крепкого щелока  $K$  (19,7% KCl, 17% NaCl) и галитового остатка  $G$  (1,24% KCl, 94,76% NaCl).

Традиционный метод: решение системы из трех уравнений материального баланса. Время решения студентами по традиционной схеме с помощью преподавателя не менее 25 минут.

Решение с помощью ИИ: постановка задачи в виде промпта для Microsoft Copilot. Время решения – менее 1 секунды. Результат: для переработки 1000 кг руды требуется ~2726 кг щёлока. Образуется ~3114 кг крепкого раствора и ~612 кг хвостов. Проверка балансов показала полное совпадение с традиционным расчетом в пределах погрешности округления.

Вывод: использование ИИ позволяет не только мгновенно получить точное решение, но и оперативно варьировать исходные данные для анализа разных сценариев.

Пример 2. Моделирование кинетики последовательной реакции. Задача: для последовательной реакции первого порядка  $A \rightarrow B \rightarrow C$  с константами  $k_1$  и  $k_2$  требуется 60 минут с помощью преподавателя.

1. Вывести и решить систему дифференциальных уравнений для концентрации компонента В.
2. Найти время, при котором концентрация В достигает максимума.
3. Построить график изменения концентраций А, В и С во времени.

Решение с помощью ИИ: сформулирован соответствующий промпт для Copilot с требованием предоставить код для построения графика в формате HTML (что исключает необходимость установки дополнительных библиотек).

Результат: ИИ корректно вывел систему уравнений, аналитическое выражение для времени максимума концентрации  $B$  и предоставил готовый HTML-код, при запуске которого отображаются все кинетические кривые.

Вывод: нейронная сеть эффективно справляется с аналитическими выкладками и генерацией кода для визуализации, что упрощает изучение сложных кинетических моделей. Проверка по учебнику показывает полное совпадение, полученных данных с литературными.

Пример 3. Моделирование реального химического реактора. Задача: смоделировать работу реального реактора, который сочетает в себе признаки идеального вытеснения (ИВ) и идеального смешения (ИС). Концентрация на выходе такого реактора может быть описана моделью учитывающей совместное протекание реакции в реакторе идеального смешения и реакторе идеального вытеснения.

Решение с помощью ИИ: с помощью Copilot был сгенерирован Python-скрипт, создающий синтетические экспериментальные данные концентрации от времени с добавлением шума. Затем был сформирован промпт для решения обратной задачи: по данным концентрации от времени найти кинетические параметры данной модели.

Результат: ИИ предоставил код с использованием библиотеки SciPy, который успешно решает задачу параметрической идентификации модели.

Вывод: ИИ могут служить мощным инструментом для создания моделей реальных аппаратов и обучения студентов методам обработки экспериментальных данных.

1. С помощью Copilot был сгенерирован Python-скрипт, создающий синтетические экспериментальные данные  $C(t)$  с добавлением шума.
2. Затем был сформирован промпт для решения обратной задачи: по данным  $C(t)$  найти оптимальные параметры  $k$  и  $\alpha$  методом нелинейной оптимизации.

Результат: ИИ предоставил код с использованием библиотеки SciPy, который успешно решает задачу параметрической идентификации модели.

Вывод: ИИ могут служить мощным инструментом для создания

моделей реальных аппаратов и обучения студентов методам обработки экспериментальных данных.

**Заключение.** Проведенный анализ демонстрирует, что применение нейронных сетей в образовательном процессе студентов химико-технологического профиля позволяет: сократить время решения типовых расчетных задач (материальные балансы, кинетика), высвободить время преподавателя для углубленной работы с аудиторией, сместив фокус с рутинных вычислений на анализ результатов и понимание физико-химических основ процессов.

1. В десятки раз сократить время решения типовых расчетных задач (материальные балансы, кинетика).
2. Автоматизировать процесс программирования и визуализации, делая его доступным без глубоких знаний в IT.
3. Высвободить время преподавателя для углубленной работы с аудиторией, сместив фокус с рутинных вычислений на анализ результатов и понимание физико-химических основ процессов.

Ключевым фактором эффективности является грамотное составление промпта – четкого и структурированного задания для нейросети.

Таким образом, интеграция инструментов ИИ в учебные курсы представляется перспективным направлением для модернизации инженерного образования.

#### **Список использованных источников**

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: И.Д. Вильямс, 2006. – С. 31-63
2. Нигматуллин В.Р., Руднев Н.А. Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта в химической технологии. Часть II // Нефтегазовое дело. – 2019. – №5. – С. 202–238.
3. Подольный В.А. Применение машинного обучения и нейросетей в химической промышленности // Вестник науки. – 2025. – №3 (84). – Т.5. – С. 445–449.
4. Егорова А.Р., Зиннатуллина Г.Н., Зарипова Р.С. Прогнозирование токсичности химических веществ с использованием нейронных сетей // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – Вып. 5. – С. 252–253.
5. Шкатов В.В., Шкатов В.В. Применение нейронных сетей для прогнозирования характеристик пластичности горячекатаных листовых сталей // Современные материалы, техника и технологии. – 2018. – №3 (18). – С. 42–46.

6. Сабитов М.А., Сенкевич Л.Б. Использование интеллектуальных технологий в химической промышленности // Современные наукоёмкие технологии. – 2021. – №11. – С. 63–66.
7. Паскова А.А. Практические аспекты применения ChatGPT в высшем образовании // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2023. – Т.15. – №3. – С. 67–74.
8. Шобонов Н.А., Булаева М.Н., Зиновьева С.А. Искусственный интеллект в образовании // Педагогика. – 2022. – №79-4. – С. 285–290.
9. Бакунова О.М., Калименя И.Л., Бакунов А.М., Палуйко А.Ф., Антонов Е.Д., Гречко И.С. Использование нейронных сетей в образовании // Web of Scholar. – 2018. – Т.1. – №19. – С. 8–10.

УДК 630.3; 624.131.43

**О.В. Зубова, М.С. Зубова**

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет им. С. М. Кирова  
Санкт-Петербург, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ**

*Аннотация* В статье приведено обоснование высоких требований к проектированию земляного полотна лесных дорог. Указаны погрешности применения существующих формул расчета модуля и деформации и сопротивления сдвигу грунтов. Разработка этих моделей потребует обработки больших объемов данных с применением искусственного интеллекта.

**O.V. Zubova, M.S. Zubova**

Saint-Petersburg State Forest Technical University  
Saint Petersburg, Russia

## **THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES TO REFINE METHODS FOR DETERMINING THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOILS**

*Abstract.* The article provides a justification for the high requirements for the design of the forest road surface. The errors in the application of the existing formulas for calculating the modulus and deformation and resistance to soil shear are indicated. The development of these models will require processing large amounts of data using artificial intelligence.