

# Цифровой наставник: как искусственный интеллект изменяет процесс подготовки инженеров-электриков

В современном мире, где темпы технологического прогресса достигают беспрецедентных высот, система высшего образования стоит перед необходимостью фундаментальной трансформации. Особенно это касается инженерных специальностей, где от уровня подготовки выпускника зависят безопасность, надежность и эффективность сложнейших систем. Подготовка инженеров-электриков, традиционно считающаяся консервативной и основанной на фундаментальных законах, также не осталась в стороне от этих изменений. Ключевую роль в этой трансформации играет искусственный интеллект (ИИ), превращающийся из модного тренда в мощного союзника преподавателей и студентов.

История применения технологий, которые сегодня мы называем искусственным интеллектом, в образовании началась не вчера. Её корни уходят в 60-70-е годы XX века с появлением первых автоматизированных обучающих систем (АОС). Это были, по сути, сложные алгоритмы, способные задавать студенту вопросы и, в зависимости от правильности ответа, предлагать следующий материал. Однако эти системы были жестко запрограммированы и не обладали гибкостью.

Прорыв произошел в 1980-х с развитием экспертных систем — компьютерных программ, имитирующих процесс принятия решений человеком-экспертом. Для электротехники это было знаковым событием. Появились первые системы, способные диагностировать неисправности в электрических схемах, предлагая студенту пошагово найти ошибку, основываясь на заложенных в них знаниях. Они стали прообразом современных интеллектуальных тренажеров.

Современный этап, начавшийся в 2010-х годах, связан с бумом машинного обучения и глубоких нейронных сетей. Эти технологии позволили ИИ не просто следовать заранее прописанным правилам, а обучаться на огромных массивах данных, выявляя сложные закономерности и адаптируясь под конкретного пользователя. Именно этот качественный скачок открыл для образования, и в частности для электротехники, совершенно новые горизонты.

Одним из самых значимых применений ИИ для студентов-электриков стало создание виртуальных лабораторий и цифровых двойников реального оборудования. Электричество не прощает ошибок: неправильно собранная схема под напряжением может привести к трагическим последствиям или дорогостоящему повреждению оборудования.

Такие компании, как Siemens с своей платформой Siemens NX, MathWorks с MATLAB/Simulink и National Instruments (ныне часть Emerson) с LabVIEW, интегрируют в свои продукты элементы ИИ для создания интеллектуальных симуляторов. Чем же они отличаются от простого компьютерного моделирования?

Раньше симулятор мог показать, что при коротком замыкании ток возрастёт до бесконечности. Сегодня же ИИ-система способна:

Прогнозировать и визуализировать последствия: не просто выдать цифру, а показать виртуальное разрушение компонента, перегрев проводника, срабатывание защиты с анимацией и комментариями.

Генерировать неисправности: система может самостоятельно создавать различные типы неисправностей в схеме — обрыв цепи, межвитковое замыкание в трансформаторе, деградацию конденса-



тора — и предлагать студенту провести диагностику, действуя как настоящий инженер-наладчик.

Адаптировать сложность: ИИ анализирует действия студента. Если он легко справляется с базовыми задачами, система предлагает более сложные задачи, например, проектирование системы защиты умного здания или оптимизацию энергопотребления сети с возобновляемыми источниками.

Вторая ключевая область — адаптивные образовательные платформы. Массовое обучение в группе имеет недостаток: преподаватель физически не может уделять равное внимание каждому и подстроить темп под всех. ИИ решает эту проблему.

Платформы на базе ИИ, такие как Coursera или Knewton (ныне часть Wiley), уже несколько лет используются в вузах. Как это работает при изучении, скажем, теоретических основ



электротехники (ТОЭ)? Студент проходит начальный тест. Алгоритм оценивает его базовый уровень и формирует индивидуальную траекторию обучения. Если система видит, что студент систематически ошибается в задачах на расчет переходных процессов в цепях RLC, она не просто отмечает это, а предлагает ему дополнительный блок материалов: интерактивные упражнения, видеолекции от лучших преподавателей, симуляции именно этого физического явления. При этом другой студент, у которого проблемы с анализом трёхфазных цепей, получит совершенно иной набор контента.

Это превращает ИИ в персонального помощника, который круглосуточно доступен, терпелив и объективен. Он не заменяет преподавателя, а освобождает его время от рутинной проверки однотипных заданий и позволяет сконцентрироваться на творческих и мотивационных аспектах обучения, проведении углубленных практикумов и НИР.

На старших курсах, когда студенты начинают работать над дипломными проектами и реальными за-

дачами, ИИ выступает в роли инструмента для проектирования и исследований. Например, для оптимизации формы обмотки электродвигателя с целью снижения потерь или для подбора компонентов системы питания с учётом множества переменных (стоимость, КПД, массогабаритные показатели).

Энергетические компании используют ИИ и машинное обучение в своих продуктах для автоматизации сетевых процессов и ускорения сложных вычислений при моделировании. Студент-магистрант, проектирующий новый тип датчика тока, может с помощью таких инструментов перебрать тысячи вариантов геометрии и материалов за время, которое ранее потребовалось бы для расчёта одного-двух.

Ещё один пример — использование ИИ для прогнозного обслуживания. Студенты Томского политехнического университета учатся работать с системами, которые на основе данных с датчиков вибрации, температуры и токов потребления электродвигателей прогнозируют их остаточный ресурс и вероятность выхода из строя. Это уже не теоретическая задача, а прямая проекция на требования современной цифровой промышленности.

Внедрение ИИ в образование — не панацея. Оно несёт в себе ряд вызовов. Во-первых, это риск «обезличивания» обучения, когда живое общение с преподавателем-наставником уходит на второй план. Во-вторых, остро стоит вопрос данных: ИИ требует для обучения огромных массивов информации об успеваемости студентов, что порождает проблемы конфиденциальности и безопасности.

Кроме того, существует опасность некритического доверия к алгоритмам. Инженер-электрик должен понимать физическую суть процессов, а не просто следовать рекомендациям «чёрного ящика». Поэтому ключевая задача современных педагогов — научить студентов не только пользоваться ИИ-инструментами, но и проверять, критически осмысливать их выводы, оставаясь творцом, а не просто оператором.

Искусственный интеллект не готовится заменить профессоров в аудиториях и лабораториях электротехнических факультетов. Его роль иная — стать цифровым наставником, могущественным инструментом и бесконечным полигоном для оттачивания навыков. Он делает образование более персонализированным, безопасным и эффективным, позволяя будущим инженерам-электрикам сосредоточиться на творчестве, инновациях и решении самых сложных задач, стоящих перед энергетикой будущего. Университеты, которые уже сегодня интегрируют ИИ в учебный процесс, не просто идут в ногу со временем — они готовят специалистов, которые будут определять облик отрасли на десятилетия вперед. Симбиоз человеческого интеллекта и искусственного открывает новую главу в истории инженерного образования, полную беспрецедентных возможностей.

**А.И. ЗЕЛЕНЬКЕВИЧ,**  
зав. кафедрой электроснабжения и электротехники  
Изображения в тексте созданы с использованием ИИ.