

## Интеллектуальные технологии как средство повышения качества подготовки ИТ-специалистов эксплуатации ветровых электростанций

*Найдыш А. В., Букреев Д. А.*

*Мелитопольский государственный университет  
Мелитополь, Россия  
naydysh2@gmail.com, dmitriy.bukreev@mel-su.ru*

Статья посвящена разработке и внедрению педагогической технологии подготовки специалистов информационных технологий для организаций, занимающихся эксплуатацией и обслуживанием ветровых электростанций. Проблема актуализируется активным переходом к возобновляемым источникам энергии и быстрым развитием ветроэнергетики, что создает потребность в высококвалифицированных ИТ-специалистах. В статье анализируются ключевые компетенции, необходимые для эффективной работы в данной сфере, такие как управление данными, кибер-безопасность, разработка и обслуживание программного обеспечения, а также систем мониторинга и управления. Особое внимание уделено разработке образовательных программ и методов обучения, способствующих формированию этих компетенций. Авторами рассматриваются основные трудности, возникающие в процессе подготовки таких специалистов. Выявлены ключевые проблемы, такие как недостаток специализированных образовательных программ, дефицит преподавателей с опытом работы в ветроэнергетике, а также сложности в интеграции теоретического и практического обучения. Анализируются текущие подходы к обучению и их недостатки, в том числе ограниченные возможности для практической подготовки, недостаточное внимание к вопросам кибер-безопасности и управления данными. Рассматривается также проблема быстрой адаптации учебных программ к стремительно развивающимся технологиям и меняющимся требованиям отрасли. Приведены рекомендации по преодолению выявленных проблем, включая необходимость создания междисциплинарных программ, усиление сотрудничества между образовательными учреждениями и промышленными предприятиями, а также внедрение инновационных методов обучения, таких как виртуальные лаборатории и симуляторы. Обсуждаются перспективы улучшения подготовки ИТ-специалистов в контексте роста значимости ветроэнергетики в мировом энергетическом балансе. Рассматриваются инновационные подходы к обучению, включая использование средств интеллектуальных информационных систем, виртуальных лабораторий и других интерактивных технологий, которые обеспечивают практико-ориентированное обучение. Описаны примеры успешного применения информационных технологий в образовательном процессе и взаимодействии образовательных учреждений с промышленными партнерами, направленными на адаптацию учебных программ к современным требованиям отрасли. Представлены результаты исследований и практических инициатив по подготовке кадров, которые демонстрируют эффективность интеграции теоретического и практического обучения. Обсуждаются перспективы дальнейшего развития образовательных стратегий и программ в контексте технологических изменений и растущих потребностей ветроэнергетической отрасли.

*Ключевые слова:* профессиональное обучение, ИТ-специалист, ветровые электростанции, индивидуализация обучения, качество образования.

### ВВЕДЕНИЕ

Ветровая энергетика является одной из наиболее перспективных отраслей возобновляемой энергетики. Успешное функционирование ветровых электростанций требует высококвалифицированных профильных ИТ-специалистов, которые способны эффективно управлять и обслуживать сложные технологические системы специального назначения. В современных условиях, когда время на обучение студентов сокращается, а знания устаревают быстро, возникает необходимость в интенсификации образования. Это означает создание возможностей для качественного дистанционного или индивидуального обучения, с возможностью оценки и адаптации процесса обучения для каждого студента, учитывая его личные навыки и способности. В последние годы широкое применение нашли интеллектуальные технологии, такие как машинное обучение, искусственный интеллект, большие данные и Интернет вещей, которые могут существенно повысить качество подготовки специалистов в данной области. Мировое научное и педагогическое сообщество

также активно работает над разработкой средств накопления и обработки больших объемов информации. Однако существующие технические возможности недостаточны, поэтому необходимо создание соответственных информационных систем обработки и предоставления информации и, в дальнейшем, разработка и внедрение педагогических технологий с учетом наличия таких информационных систем. Важную роль здесь играют интеллектуальные информационные системы и средства классификации и представления информации в образовательном пространстве.

Цель настоящих исследований – спроектировать педагогическую технологию внедрения интеллектуальных технологий в образовательный процесс подготовки ИТ-специалистов эксплуатации ветровых электростанций на основе анализа ведущих мировых практик, современных потребностей образовательного процесса и потребностей рынка труда.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

В данной статье рассматривается применение интеллектуальных технологий для повышения качества подготовки специалистов в области эксплуатации ветровых электростанций. Основное внимание уделяется использованию технологий машинного обучения, симуляционных систем, а также методов виртуальной и дополненной реальности. Эти технологии позволяют моделировать реальные условия работы, что способствует развитию профессиональных навыков и снижению рисков при подготовке ИТ-специалистов.

Материалом для написания данной статьи стали исследования отечественных и мировых ученых, основными областями деятельности которых являются вопросы информатизации образования, внедрения технологий ИТ-сферы в образовательный процесс (Бартасевич, 2008; Ворсина, 2012; Цап, 2012; Нарожный, 2013; Осадчий, 2017), а также передовых практиков по подготовке ИТ-специалистов в высших учебных заведениях (Williamson, 2018; Bittencourt, 2020; Setiawan, 2022), анализ современных практик и экспериментов (Fujisaki, 1999; Florian-Gaviria, 2013). Для актуализации технологического блока внедряемой технологии были проанализированы веб-ресурсы, направленные на описание возможностей разных информационных систем образовательного направления. В ходе анализа образовательных технологий, в качестве основной образовательной платформы была выбрана платформа Moodle, которая предоставляет инструменты для интеграции технологий индивидуализации и персонализации образовательного процесса под потребности каждого конкретного индивида. Платформа поддерживает создание индивидуальных учебных траекторий, что позволяет гибко адаптировать процесс обучения под различные уровни подготовки обучающихся. Для моделирования различных условий работы ВЭС актуализируется необходимость разработки системы симуляции производственных процессов, которая позволяет создавать виртуальные копии ветряных турбин и имитировать их эксплуатационные параметры в зависимости от погодных и эксплуатационных условий.

На первом этапе исследования были изучены компетенции, необходимые для эффективной эксплуатации ВЭС. Проведен анализ учебных программ, а также консультации с экспертами в области энергетики и ИТ для определения ключевых навыков и знаний, требуемых от специалистов, что позволило разработать педагогическую технологию индивидуализации подготовки ИТ-специалистов ветровых электростанций. В зависимости от поставленных целей обучения были разработаны учебные сценарии, отражающие различные аспекты эксплуатации и технического обслуживания ВЭС. Разработанные сценарии планируется интегрировать в образовательную платформу с использованием симуляторов и VR/AR-технологий. Учебные модули включают теоретическую часть и практические задания, которые обучающиеся выполняют с применением симуляционных систем и инструментов машинного обучения. Использование описанных технологий и методов позволяет достичь высокого уровня подготовки ИТ-специалистов для эксплуатации ВЭС, что подтверждается положительными результатами обучающихся и отзывами экспертов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения исследований необходимо использовать информацию, которая не всегда имеет вид числового или иного формализованного характера. Поэтому необходимо разрабатывать модели и инструменты для количественного описания процессов и объектов, связанных с педагогикой (Бартасевич, 2008; Ворсина, 2012). Особое значение имеет качество образования, которое отражает результаты деятельности образовательного учреждения и соответствие потребностям общества в формировании различных компетенций личности.

Оценка качества образования зависит от многих факторов, влияние некоторых из которых могут быть невычислимыми математически. Выпускник образовательного учреждения является продуктом образования и представляет собой сложную систему. Проведенное нами предварительное исследование позволило выделить среди современных тенденций информатизации образования внедрение электронного обучения, сервисов и инструментов для учителей, учащихся, руководителей и родителей с целью сотрудничества со всеми участниками образовательного процесса, а также развитие облачных технологий (Bukreiev, 2020; Kruglyk, 2020). Однако, прежде чем оценивать качество подготовки выпускника, необходимо определить факторы, которые оказывают наибольшее влияние на процесс обучения студента.

Традиционно среди них выделяют следующие:

1. Взаимодействие с рынком труда при формировании содержания образования оценивается по нескольким критериям: участие работодателей в создании образовательных программ, наличие системы целевой подготовки специалистов по заявкам предприятий, а также уровень развития системы трудоустройства выпускников и дальнейшего анализа их профессионального пути. Требования работодателей к инженерно-техническим знаниям и навыкам постоянно усложняются в связи с быстрым развитием техники, появлением новых инженерных профессий и интеграцией технологий в различные сферы человеческой жизни.

2. Результаты деятельности поступающих абитуриентов и действующих студентов оцениваются по нескольким основополагающим параметрам: уровень освоения материала, оценка остаточных знаний, способность решать прикладные задачи и форматизированные результаты итоговой аттестации.

3. Уровень развития качества материально-технического обеспечения образовательного процесса (методы определения успеваемости студентов, качество разрабатываемых методических материалов, материально-техническое обеспечение специализированных лабораторий, эффективность разработанной системы автоматизированной системы поддержки учебного процесса, качество разработанной методики индивидуализации образовательного процесса).

4. Уровень подготовки и актуализации знаний профессорско-преподавательского состава (уровень базового образования с учетом стажа педагогической работы, научная степень, звание, должность, уровень социально-психологических навыков педагога в вопросе структуризации отношений со студентами, приглашение специалистов с опытом работы в ветроэнергетике для проведения учебных занятий).

Подводя итог проведенного анализа, мы можем утверждать, что большая часть факторов, имеющих непосредственное влияние на уровень качества подготовки будущих специалистов, связаны с разработкой качественных методических материалов и их адаптацией под индивидуальные особенности студентов. Кроме того, основным ограничивающим фактором совершенствования профессиональной подготовки в таких условиях является более короткий срок обучения по степени «бакалавр» по сравнению со стандартным четырехлетним сроком. В течение двух лет обучения невозможно обеспечить достаточное время для полноценной практической подготовки (Плоский, 2007; Верещага, 2019), однако создание индивидуальной учебной траектории позволяет увеличить учебную нагрузку и сократить время на получение общих компетенций. Это создает необходимость анализа современного уровня развития

нейросетевых технологий как средства для индивидуализации обучения студентов, в частности в векторе адаптивного обучения.

В исследуемой области работали многие ученые (Цап, 2012; Нарожный, 2013). С точки зрения разработки интеллектуальной системы оценивания качества образовательного процесса свои работы публиковали А. А. Рыбанов, В. П. Шевчук, Е. А. Приходько (Рыбанов, 2004), О. И. Пятковский и М. В. Гунер. Они раскрыли особенности разработки интеллектуальной системы для оценки уровня развития общих компетентностей у студентов, что подтверждает мнение о том, что использование средств адаптивного обучения улучшает процесс восприятия информации студентами (Пятковский, 2012).

Также важным для нашего исследования является определение уровня развития программного обеспечения современных интеллектуальных информационных систем, используемого в образовательном процессе ИТ-специалистов. В этой области проводили исследования Т. В. Мэллон, Ж. Уетс, Р. И. Бенджамин. Их работы описывают нейросетевую систему для обмена информацией в организациях, которая создает условия для помощи людям в обмене и фильтрации информации, передаваемой путем использования информационных систем глобального и локального взаимодействия, используя технологии нейросетевых моделей.

Работы Х. Фудзисаки, Х. Камеда, С. Оно, К. Абэ, М. Иидзима, М. Судзуки и других (Fujisaki, 1999), А. Чиарамелла и Б. Дефуде (Нарожный, 2013) посвящены нейросетевым системам для поиска информации, что является первым этапом развития современных нейросетевых систем для образовательных целей. Интересным в этом контексте является исследование Б. Флориан-Гавириа, К. Глан и Р. Фабрегат Геза, связанное с экспериментом, проведенным при участии 20 педагогов. В рамках эксперимента учителя использовали разработанный учеными набор программного обеспечения для эффективного использования Европейской рамки квалификаций на протяжении всего учебного процесса. Согласно результатам эксперимента выяснилось, что данное программное обеспечение стимулирует студентов к более глубокому анализу и пониманию, улучшает восприятие прогресса в изучении дисциплины и помогает в развитии компетенций (Florian-Gaviria, 2013).

Для определения особенностей предметной области исследования, был проведен анализ литературных источников в разрезе современного состояния цифровизации процесса подготовки ИТ-специалистов для предприятий ветровых электростанций.

Ветровая энергетика является одной из наиболее перспективных отраслей возобновляемой энергетики. Успешное функционирование ветровых электростанций требует высококвалифицированных ИТ-специалистов, которые способны эффективно управлять и обслуживать сложные технологические системы. В последние годы широкое применение нашли интеллектуальные технологии, такие как машинное обучение, искусственный интеллект (ИИ), большие данные и Интернет вещей (IoT), которые могут существенно повысить качество подготовки специалистов в данной области.

В работах Дж. Смита, Л. Брауна, Р. Уайта, М. Грина акцентируются особенности создания адаптивных образовательных систем (Bittencourt, 2020), которые могут подстраиваться под индивидуальные потребности каждого студента. Такие системы могут анализировать успеваемость, предсказывать трудности в обучении и предлагать персонализированные учебные материалы (Найдыш, 2007). Использование больших данных в образовательных процессах позволяет анализировать огромное количество информации, полученной от студентов, и выявлять скрытые закономерности и тенденции, это позволяет преподавателям и образовательным учреждениям более точно оценивать эффективность учебных программ и вносить необходимые коррективы для повышения их качества (Williamson, 2018).

В свою очередь, в работе К. Лии и С. Парка раскрываются особенности внедрения технологий IoT, которые позволяют создавать интеллектуальные учебные лаборатории и системы симуляции (Setiawan, 2022), которые максимально приближены к реальным условиям эксплуатации ВЭС. Это дает возможность студентам получать практический опыт

работы с оборудованием и системами управления ветровыми электростанциями, не выходя из учебного класса. Это способствует повышению уровня знаний и навыков специалистов, что в конечном итоге приводит к более эффективной и безопасной эксплуатации ветровых электростанций.

Подытоживая все вышесказанное, можем утверждать, что проведенный анализ научной литературы, позволяет утверждать, что основным инструментом индивидуализации обучения являются адаптивные системы обучения, основанные на ИИ, которые позволяют создавать персонализированные учебные программы для каждого студента, что существенно повышает качество их подготовки (di Lanzo, 2020). Такие системы могут анализировать уровень знаний, предпочтения и прогресс студентов, предлагая им наиболее подходящие учебные материалы и задания. В дополнение, к адаптивным системам обучения, для достижения условий полного погружения, обеспечения безопасности обучающихся и повышения уровня визуализации, целесообразным считается включение в образовательный процесс системы симуляции и технологий виртуальной реальности (Lakhoua, 2014). Данные технологии позволяют создавать виртуальные модели ветровых электростанций, что дает возможность студентам получать практический опыт в безопасной и контролируемой среде. Это особенно важно для обучения работе с опасными и дорогостоящими оборудованием и технологиями, коим в свою очередь являются системы обеспечения производительности ветровых электростанций.

Подготовка ИТ-специалистов для работы в сфере эксплуатации ветровых электростанций требует глубоких знаний и навыков в области информационных технологий, а также понимания специфики работы с энергетическими системами. Для определения педагогических ориентиров, нами были проанализированы требования к подготовке таких специалистов, описанные в научной литературе (Mujeeb, 2019; Dong, 2022). В ходе анализа был сформулирован ряд ключевых требований:

1. Технические знания и навыки программирования и разработки ПО (ИТ-специалисты должны обладать навыками программирования на языках, таких как Python, C++, и Java, поскольку они используются для разработки программного обеспечения и алгоритмов, необходимых для управления и мониторинга ветровых электростанций).

2. Понимание основ сетевых технологий и кибербезопасности (знания сетевых технологий и основ кибербезопасности важны для обеспечения защиты данных и сетевой инфраструктуры ветровых электростанций от кибератак).

3. Работа с большими данными и аналитика (обработка больших данных и использование аналитических инструментов для прогнозирования и оптимизации работы ветровых электростанций являются ключевыми навыками).

4. Основы ветровой энергетики (ИТ-специалисты должны иметь базовые знания о принципах работы ветровых турбин, генераторов и систем хранения энергии).

5. Технологии мониторинга и управления (знания о современных системах SCADA и других технологиях мониторинга и управления являются обязательными).

6. Проектный менеджмент (специалисты должны уметь управлять проектами, включая планирование, координацию и контроль за выполнением задач).

7. Коммуникативные навыки (эффективное взаимодействие с инженерами, менеджерами и другими участниками проектов является важным аспектом работы ИТ-специалиста).

8. Стажировки и практические занятия (стажировки на реальных объектах и участие в практических проектах позволяют специалистам приобретать ценный опыт и применять теоретические знания на практике).

9. Виртуальные симуляции и лаборатории (использование виртуальных симуляций и лабораторий для моделирования различных сценариев работы ветровых электростанций помогает студентам лучше понять процессы и подготовиться к реальной работе).

Подводя итог анализа требований, мы можем утверждать, что подготовка ИТ-специалистов для работы в сфере эксплуатации ветровых электростанций требует

комплексного подхода, включающего технические знания, понимание основ энергетики, междисциплинарные навыки и практическую подготовку. Научная литература подчеркивает важность интеграции теоретического обучения с практическими занятиями и стажировками, что позволяет специалистам быть готовыми к работе в быстро развивающейся и технологически сложной отрасли.

В рамках исследования было решено проанализировать современное состояние программного обеспечения, предназначенного для педагогического процесса. Анализ показал, что в последние годы все большую популярность приобретают «виртуальные классы», где слушатели с помощью программ могут создавать психологические эффекты соревнования и конкуренции. При анализе рынка программного обеспечения для образовательных услуг была выявлена динамика появления новых систем электронного обучения, что свидетельствует о быстром развитии этой области.

Каждая такая система содержит специальные инструменты для разработки учебных дисциплин и обладает рядом преимуществ:

- время на разработку курсов существенно сокращается;
- общие затраты организации на разработку и поддержку дистанционных курсов уменьшаются;
- графический интерфейс дистанционных курсов обеспечивает современный уровень функциональности и коммуникационных возможностей;
- исключаются системные ошибки, характерные для начинающих разработчиков дистанционных курсов.

Использование специализированных инструментов для создания дистанционных курсов позволяет расширить спектр потенциальных разработчиков курсов, создавая условия для работы преподавателей, которые не обладают навыками ИТ-разработки на достаточном уровне. Среди самых популярных систем дистанционного обучения сегодня можно выделить BlackBoard, Learning Space, Moodle и SharePointLMS.

Компания BlackBoard предлагает решение Blackboard 9.1, которая включает в себя приложения:

- 1) Course management (система управления контентом).
- 2) Blackboard Building Blocks architecture for interoperability and customization (компонент, обеспечивающий интеграцию различных видов контента, утилит и приложений для студентов и преподавателей).
- 3) Advanced integration and system management (система, обеспечивающая интеграцию с различными информационными системами).

Программное обеспечение Learning Space 5.5 (Lotus / IBM) позволяет учиться и преподавать в асинхронном режиме, а также участвовать в онлайн-занятиях в реальном времени. Программа имеет гибкую систему редактирования и администрирования курса, позволяет выбирать различные режимы обучения и отслеживать результаты работы студентов.

Moodle – это набор модульного программного обеспечения с открытым исходным кодом, лицензированный для создания курсов дистанционного обучения и веб-сайтов. Moodle придерживается таких постулатов:

- в сегодняшней учебной среде все участники учебного процесса являются одновременно потенциальными преподавателями и студентами;
- процесс обучения другого человека, является инструментом самообучения;
- наблюдение за работой коллег является главным вкладом в обучение;
- понимание потребностей других людей дает возможность индивидуализации образовательной и воспитательной парадигм;
- среда обучения должна быть гибкой, обеспечивать участникам простой инструмент для удовлетворения их потребностей.

SharePointLMS – это платная система дистанционного обучения, которая объединяет пользователей в единое информационное и учебное пространство, предоставляя инструменты для совместной работы. В отличие от других систем, таких как Moodle, Claroline и ATutor, SharePointLMS используется не только учебными заведениями, но и предприятиями, организациями и государственными структурами.

После анализа существующего программного обеспечения было выяснено, что существует множество примеров Web-систем для организации дистанционного обучения, таких как Blackboard, LearningSpace, Moodle и другие. Однако, в рамках исследования возникла потребность в определении уровня использования нейросетевых технологий в системах дистанционного обучения.

Важными для исследования являются работы Г. Сабины, в которых основное внимание уделяется возможностям адаптации и персонализации систем дистанционного обучения. Согласно этим работам, курс электронного обучения должен максимально приближаться к потребностям студентов и адаптироваться по мере прохождения курса. Поэтому важно оценить платформы электронного обучения с открытым исходным кодом для поиска наиболее подходящей для адаптивной расширенной платформы.

Исследование Г. Сабины также показало, что Moodle доминирует среди платформ открытого исходного кода для электронного обучения, достигнув наилучшего значения в пять раз. Его сильные стороны включают реализацию средств коммуникации, создание и администрирование учебных объектов, всеобъемлющую дидактическую концепцию и отслеживание данных.

LIAS также получил хорошие оценки в категориях технических аспектов, администрирования и управления курсами, в то время как другие платформы заняли более низкие позиции в рейтинге.

В целом, Moodle получил наилучшие результаты в оценке адаптации и оценке в целом.

После выбора оптимальной платформы для внедрения адаптивного обучения, был проведен анализ уровня развития технологий, направленных на создание адаптивных образовательных программ в рамках индивидуального и дистанционного обучения. С развитием технологий за последнее время, поддержка адаптивности в системах дистанционного обучения стала предметом интереса многих исследователей, включая различные технологии. Использование интеллектуальных агентов может значительно расширить возможности существующих систем дистанционного обучения и обеспечить адаптивный опыт для удовлетворения потребностей учащихся.

В литературе по данной теме (Белозубов, 2007; Андреев, 2020; Kruglyk, 2020) агентские технологии также применяются в контексте электронных образовательных систем для поддержания адаптивности и улучшения процесса обучения. Агенты обладают автономностью и способны действовать разумно в своей среде. Использование интеллектуальных агентов при разработке электронных образовательных систем может привести к созданию мощной системы, адаптированной к потребностям каждого учащегося.

М. Али-Мосаллам предложил многоагентную архитектуру для адаптивной электронной образовательной системы (Hammami, 2009). Эта архитектура включает несколько уровней агентов и интеллектуальную доску в качестве агента для поддержания адаптивности в электронных образовательных системах.

С. Чанг и С. Чен разработали адаптивную образовательную систему с использованием агентов, чтобы предоставить учащимся адаптивный контент, основанный на их стилях обучения, используя модель стилей обучения Фелдера-Сильвермана (Chang, 2016). Кроме того, была создана поисковая система Mashup для поиска дополнительного учебного материала с целью улучшения учебного процесса.

В ходе анализа была выявлена целесообразная и современная модель событие–состояние–действие (ССД). Эта реактивная модель реагирует в реальном времени на изменения в окружающей среде согласно заранее определенным правилам и условиям. Модель применяется в критических системах, таких как автопилоты и антивирусные системы, и активируется при наступлении определенных условий. Она способна чувствовать

окружающую среду и реагировать в соответствии с заранее установленными правилами. Большинство систем дистанционного обучения основаны на базе данных, где хранятся данные об учениках и их деятельности.

Модель ССД может сыграть важную роль в электронной среде обучения с использованием триггеров базы данных, основанных на педагогических правилах. Эти триггеры могут быть обновлены учителями без изменения структуры системы. Мы предлагаем использовать модель ССД для поддержания адаптивности в системах дистанционного обучения с использованием агентской технологии.

Модуль ССД реагирует на события в среде обучения согласно заранее установленным правилам на основе триггеров базы данных. События, такие как регистрация и доступ курса, наблюдаются группой по наблюдению, связанной с электронной средой обучения. После распознавания и классификации события происходит процесс оценки согласно педагогическим правилам для обеспечения адаптивного обучения учащихся.

Проведенный обзор литературных источников и анализ передовых практик ученых-педагогов мирового научного сообщества позволил сформировать набор требований и подходов к индивидуализации подготовки ИТ-специалистов ветровых электростанций с целью интенсификации подготовки и повышения качества выпускаемых специалистов.

Результатом работы стала педагогическая технология индивидуализации подготовки (далее ПТИП) ИТ-специалистов ветровых электростанций, целью которой является создание комплексной образовательной среды, которая интегрирует интеллектуальные технологии для улучшения качества подготовки ИТ-специалистов.

Основные элементы включают использование искусственного интеллекта, машинного обучения, больших данных, виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), а также Интернета вещей. Технология нацелена на персонализацию обучения, повышение интерактивности и вовлеченности студентов, а также на предоставление практического опыта.

### Структура предложенной ПТИП

**1. Подготовительный этап.** Анализ потребностей (оценка текущих образовательных программ ведущих ВУЗов и определение областей, требующих улучшения, проведение опросов среди работодателей, студентов, преподавателей и других стейкхолдеров для выявления их потребностей и ожиданий).

Разработка стратегии (определение целей и задач внедрения интеллектуальных технологий, разработка плана внедрения, включающего этапы, сроки и ответственных лиц).

Обучение персонала (проведение семинаров и тренингов для преподавателей по использованию интеллектуальных технологий, обеспечение технической поддержки и консультаций).

**2. Внедрение интеллектуальных технологий.** Внедрение адаптивных образовательных систем в учебный процесс (внедрение платформ, использующих ИИ для персонализации обучения Coursera, Khan Academy, отдельные модули для Moodle, интеллектуальные агенты с использованием технологий GPT и другие (Белозубов, 2007; Андреев, 2020)) и настройка систем для анализа успеваемости студентов и предоставления индивидуализированных рекомендаций.

Настройка системы интеллектуальных репетиторов (Duolingo, Squirrel AI).

Расширение методических материалами средствами виртуальной и дополненной реальности (создание виртуальных лабораторий и симуляций для практического обучения по примеру Labster и других), с целью визуализации сложных технических процессов и предоставления интерактивных инструкций.

Расширение учебных программ, путем внедрения модулей работы с технологиями IoT (организация интеллектуальных лабораторий с использованием IoT-устройств для работы с реальными данными и оборудованием).



Использование аналитических платформ для анализа успеваемости студентов и эффективности учебных программ (Moodle), с подключением модуля прогнозирующей модели для выявления студентов, нуждающихся в дополнительной поддержке.

**3. Реализация образовательного процесса.** Персонализация обучения путем проведения регулярного мониторинга успеваемости студентов, его анализа и адаптации учебных материалов под их потребности, с целью дальнейшего предоставления персонализированных заданий и рекомендаций на основе анализа данных.

Отход от традиционной парадигмы образования с переходом на методику интерактивных занятий с использованием технологий VR/AR.

Вовлечение студентов в активное взаимодействие с учебными материалами через интерактивные платформы (возможность разработки и внедрения своих моделей в роли творческих и итоговых задач освоения курса).

Организация практических занятий в виртуальных лабораториях и с использованием IoT-устройств (проведение лабораторных работ и экспериментов на основе реальных данных).

Регулярное проведение оценочных мероприятий для определения уровня знаний и навыков студентов и предоставление обратной связи с использованием интеллектуальных систем, анализирующих успеваемость и прогресс студентов.

**4. Оценка эффективности и корректировка.** Оценка эффективности внедренных технологий на основе данных об успеваемости студентов и отзывов преподавателей. Сравнение показателей до и после внедрения интеллектуальных технологий.

Внесение изменений в учебные программы и методики на основе анализа результатов, обновление технической инфраструктуры и обучение персонала по мере необходимости.

Дальнейшее расширение и масштабирование (внедрение успешных практик и технологий в другие образовательные программы и курсы, обмен опытом и лучшими практиками с другими образовательными учреждениями).

**5. Прогнозируемый итог внедрения педагогической технологии.** Разработанная педагогическая технология внедрения интеллектуальных технологий в образовательный процесс подготовки ИТ-специалистов ветровых электростанций позволяет существенно повысить качество обучения за счет персонализации, интерактивности и практико-ориентированного подхода. Комплексная педагогическая технология, включающая анализ потребностей, адаптацию и интеграцию интеллектуальных систем, а также регулярную оценку и корректировку, обеспечивает эффективное и устойчивое улучшение образовательного процесса, что в свою очередь позволит повысить уровень качества молодых специалистов и решить актуальную проблему наличия высокого уровня кадрового голода молодых регионов Российской Федерации, путем интенсификации образовательного процесса и ускорения обучения через визуализированные специальные лаборатории с внедренными технологиями VR/AR и с использованием IoT-устройств. Данная педагогическая технология, позволит ускорить переход учебного процесса к дуальной системе, путем развития практических навыков студентов за первые два курса бакалавриата и дать им возможность стажировки на ветровых электростанциях региона уже с третьего курса обучения.

Дальнейшее исследование подразумевает внедрение предложенной технологии в образовательный процесс и предполагает проведение эксперимента по анализу качества молодых специалистов, их уровня знаний и навыков, что и планируется реализовать в будущей работе

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе детального анализа научных исследований в области разработки интеллектуальных систем поддержки образовательного процесса было выявлено, что по данной проблеме существует достаточно много литературы. Однако для нашего конкретного исследования мы ограничились изучением работ, посвященных использованию нейросетевых технологий в образовательной сфере. Данные исследования показали, что ученые проявляют

большой интерес к разработке средств автоматизации обучения, таких как адаптивное тестирование и индивидуализированный учебный план. Это подтверждает актуальность разработки нейросетей для повышения качества образования. Мы проанализировали существующее программное обеспечение для дистанционного обучения и пришли к выводу, что ни одна из систем не соответствует в полной мере критериям адаптивности обучения. Поэтому мы планируем использовать высокоуровневые языки программирования, веб-технологии и системы управления базами данных для разработки адаптивного контента в Moodle на основе стилей обучения студентов с использованием модели FSLSM.

Для достижения основной цели исследования, а именно анализа возможностей повышения качества подготовки ИТ-специалистов по эксплуатации ветроэнергетических установок за счет внедрения в образовательный процесс инновационных технологий, был проведен анализ требований к профессиональным навыкам будущих специалистов и проблем их достижения. Таким образом, сделан вывод, что подготовка ИТ-специалистов для работы в сфере эксплуатации ветроэнергетических установок требует комплексного подхода, включающего технические знания, понимание основ энергетики, междисциплинарные навыки и практическую подготовку. Основным инструментом индивидуализации подготовки будущих ИТ-специалистов по эксплуатации ветроэнергетических установок являются адаптивные обучающие системы на базе ИИ, которые позволяют создавать персонализированные программы обучения для каждого студента, что существенно повышает качество их обучения. Такие системы могут анализировать уровень знаний, предпочтения и успеваемость студентов, предлагая им наиболее подходящие учебные материалы и задания. Помимо адаптивных обучающих систем, для достижения условий полного погружения, обеспечения безопасности студентов и повышения уровня наглядности считается целесообразным включение в образовательный процесс системы имитационного моделирования и технологий виртуальной реальности. Данные технологии позволяют создавать виртуальные модели ветроэлектростанций, что дает возможность студентам получать практический опыт в безопасной и контролируемой среде. Это особенно важно для обучения работе с опасным и дорогостоящим оборудованием и технологиями, которые в свою очередь являются системами обеспечения работоспособности ветропарков.

Для достижения практической цели исследования нами была разработана ПТИП путем внедрения интеллектуальных технологий в образовательный процесс подготовки ИТ-специалистов ветроэлектростанций, что в свою очередь позволит существенно повысить качество обучения за счет персонализации, интерактивности и практико-ориентированного подхода и ускорить обучение за счет визуализированных специальных лабораторий, с внедренными технологиями VR/AR и использованием устройств IoT. Прогнозируется, что данная педагогическая технология позволит ускорить переход образовательного процесса на дуальную систему за счет формирования у студентов практических навыков на первых двух курсах обучения и предоставления им возможности проходить практику на ветроэлектростанциях региона с третьего курса. Дальнейший план исследования – внедрение предлагаемой ПТИП в образовательный процесс и проведение эксперимента по анализу качества подготовки молодых специалистов, уровня их знаний и навыков.

### Список литературы

- Андреев А. В., Андреева С. В., Доценко И. Б. Практика электронного обучения с использованием Moodle. – Киев: Альманах, 2020. – 167 с.
- Бартасевич И. Г. Система критериев качества обучения студентов в высшем учебном заведении // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2008. – № 3. – С. 217–220.
- Белозубов А. В., Николаев Д. Г. Система дистанционного обучения Moodle: учеб.-метод. пос. – СПб: Санкт-Петербургский гос. ун-т информационных технологий, механики и оптики, 2007. – 214 с.
- Верещага, В. М., Найдьш, А. В., Адоньев, Е. О., Лысенко, К. Ю. Основы композиционного геометрического моделирования: учебное пособие. – Мелитополь: ФЛП Однорог Т.В., 2019. – 126 с.
- Ворсина Е. В., Снигирёва Т. А. Квалиметрия учебной компетентности студентов на основе анализа учебных текстов // Вестник Костромского государственного университета. – 2012. – Т. 18, № 3 – С. 124–127.

- Довбыш А. С., Берест О. Б. Трёхальтернативная обучающаяся система поддержки принятия решений для автоматизации технологического процесса // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2014. – № 4 (29). – С. 31–40.
- Найдыш В. М., Верещага В. М., Найдыш А. В., Малкина В. М. Основы прикладной дискретной геометрии. – Мелитополь: ФЛП Однорог Т. В., 2007. – 311 с.
- Нарожный А. В. Агентно-ориентированный подход к построению систем управления процессом обучения // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 5, № 3 (65). – С. 20–23.
- Осадчий В. В., Крашенинник И. В. Краткосрочные программы обучения инженеров-программистов в учреждениях формальной и неформальной жизни Украины // Проблемы инженерно-педагогического образования: сб. науч. раб. – 2017. – № 54–55. – С. 72–82.
- Осадчий В. В., Симоненко С. В. Иностраный язык как средство формирования коммуникативной компетенции будущих инженеров-программистов // Информационные технологии и личности обучения. – 2017. – № 58, вып. 2. – С. 38–48.
- Плюский В. О. Исследование структурных особенностей методов геометрического моделирования и тенденций развития прикладной геометрии. – М.: КНУБА, 2007. – С. 18–21.
- Пятковский О. И., Гунер М. В. Разработка гибридной интеллектуальной системы с нечетко-нейросетевыми компонентами для решения задачи оценки компетентности студентов // Ползуновский альманах. – 2012. – № 2. – С. 120.
- Рыбанов А. А., Шевчук В. П., Приходько Е. А. Интеллектуальная система оценки качества учебного процесса // Системная техника: Системные проблемы надежности, качества и информационных технологий. – 2004. – № 2. – С. 35–35.
- Система дистанционного обучения SharePointLMS, Belitsoft [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elearningsoft.ru/sharepoint-lms.html> (просмотрено 13.06.2024).
- Цап В. И. и др. Дистанционное обучение: психологические основы. – К: Альманах, 2012. – 352 с.
- Ajibade S. S. M. et al. Machine learning applications in renewable energy (MLARE) research: a publication trend and bibliometric analysis study (2012–2021) // Clean Technologies. – 2023. – Т. 5, N 2. – P. 497–517.
- ATutor / Handbook / Instructor Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://help.atutor.ca/instructor/> (просмотрено 15.06.2024).
- ATutor User Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://help.atutor.ca/general/> (просмотрено 15.06.2024).
- Bukreiev D. Neuro-network technologies as a mean for creating individualization conditions for students learning // SHS Web of Conferences, EDP Sciences. – 2020. – Т. 75. – P. 04013.
- Bittencourt I. I. et al. Artificial intelligence in education. – Springer International Publishing. – 2020. – P. 123–135.
- Claroline-Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://doc.claroline.net/en/index.php/Main\\_Page](http://doc.claroline.net/en/index.php/Main_Page) (просмотрено 18.06.2024).
- di Lanzo J. A. et al. A review of the uses of virtual reality in engineering education // Computer Applications in Engineering Education. – 2020. – Т. 28, N 3. – P. 748–763.
- Dong S. et al. Cybersecurity in smart local energy systems: requirements, challenges, and standards // Energy Informatics. – 2022. – Т. 5, N 1. – P. 9.
- eFront Руководство преподавателя. – Томск: ООО «АББРИС». – 18 с.
- Florian-Gaviria B., Glahn C., Gesa R. F. A software suite for efficient use of the European qualifications framework in online and blended courses // IEEE Transactions on Learning Technologies. – 2013. – Т. 6, N 3. – P. 283–296.
- Fujisaki H. et al. Principles and design of an intelligent system for information retrieval over the internet with a multimodal dialogue interface // EUROSPEECH. – 1999. – P. 2467–2470.
- Kruglyk V. S., Bukreiev D. O., Chorny P. V., Kupchak E. O., Sender A. A., Kravtsov H. M., & Riznitskii I. G. Using the Discord platform in the educational process // Proceedings of the symposium on advances in educational technology, AET. – 2020. – P. 158–169.
- Lakhoua M. N., Walid N., Atef C. System Analysis of a Hybrid Renewable Energy System // International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708). – 2014. – Т. 4, N 3. – P. 343–350.
- Mujeeb S. et al. Exploiting deep learning for wind power forecasting based on big data analytics // Applied Sciences. – 2019. – Т. 9, N 20. – P. 4417.
- Hammami S., Mathkour H., Al-Mosallam E. A. A multi-agent architecture for adaptive E-learning systems using a blackboard agent // 2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology. – IEEE, 2009. – P. 184–188.
- Setiawan R. et al. IoT based virtual E-learning system for sustainable development of smart cities // Journal of Grid Computing. – 2022. – Т. 20, N 3. – P. 24.
- Chang Y. K., Chen S., Tu K.W., Chi L.K. Effect of autonomy support on self-determined motivation in elementary physical education // Journal of sports science & medicine. – 2016. – Т. 15, N 3. – P. 460.
- Williamson B. The hidden architecture of higher education: Building a big data infrastructure for the ‘smarter university’ // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2018. – Т. 15. – P. 1–26.

**Naydysh A. V., Bukreev D. A. Intelligent Technologies as a Mechanism for Enhancing the Quality of Training for IT Specialists in the Operation of Wind Power Plants // Ekosistemy. 2024. Iss. 40. P. 14–25.**

The article focuses on the development and implementation of pedagogical technology for the training of information technology specialists for organizations engaged in the operation and maintenance of wind power plants. The issue is actualized by the ongoing transition to renewable energy sources and the rapid development of wind energy, which creates demand for highly qualified IT specialists. The article analyzes the key competencies required to work effectively in this field, such as data management, cyber security, software development and maintenance, as well as monitoring and control systems. Special attention is paid to the development of educational programs and teaching methods that will facilitate the acquisition of these competencies. The authors specify the main challenges encountered in the process of training such specialists. Key problems were identified, such as a lack of specialized educational programs, a shortage of teachers with experience in wind energy, as well as difficulties in the integration of theoretical and practical training. Current training approaches and their shortcomings are analyzed, including limited opportunities for practical training, insufficient attention to cyber security and data management issues. The problem of rapid adaptation of training programs to quickly developing technologies and changing industry requirements is also considered. Recommendations are given to overcome the identified problems, including the necessity to make interdisciplinary programs, strengthen cooperation between educational institutions and industrial enterprises, and also introduce innovative teaching methods, such as virtual laboratories and simulators. The prospects for improving the training of IT specialists in the context of the growing importance of wind energy in the global energy balance are examined. Innovative approaches to learning are considered, including the use of intelligent information systems, virtual laboratories, and other interactive technologies that provide practice-oriented learning. Examples of successful application of information technologies in the educational process and interaction of educational institutions with industrial partners aimed at adapting educational programs to modern requirements of the industry are described. The results of research and practical training initiatives that demonstrate the effectiveness of the integration of theoretical and practical training are given. Prospects for further development of educational strategies and programs in the context of technological changes and growing demand for the wind energy industry are discussed.

*Key words:* vocational training, IT specialist, wind power plants, individualization of training, quality of education.

*Поступила в редакцию 10.08.24  
Принята к печати 05.11.24*