

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДУЛЯ SIMULATION-DRIVEN MODULAR ENVIRONMENT (SDME) В ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Абдуллаева Асила Олимовна

*Базовый докторант, Каршинский государственный университет, Факультет педагогики, Карши,
Узбекистан*

Аннотация: Статья посвящена педагогическому исследованию, направленному на экспериментальную проверку эффективности имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME) в подготовке специалистов нефтегазовой отрасли в условиях цифровизации и глобального энергетического перехода. Обоснована актуальность применения симуляционно-деятельностного подхода в инженерном образовании, обеспечивающего интеграцию когнитивных и практикоориентированных компонентов обучения. Представлены этапы проектирования, разработки и апробации модуля SDME на основе платформы AnyLogic в образовательном процессе трёх технических вузов Узбекистана. В ходе эксперимента проведена комплексная педагогическая диагностика, выявлены количественные и качественные изменения в уровне профессиональных компетенций, аналитического мышления, рефлексии и мотивации студентов.

Ключевые слова: инженерное образование, имитационное моделирование, SDME, цифровизация, профессиональные компетенции, AnyLogic, симуляционно-деятельностный подход, нефтегазовая отрасль, педагогический эксперимент, рефлексия, мотивация студентов, образовательные технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Экспериментальная проверка эффективности разработанной педагогической модели представляет собой критический этап её научной апробации, направленный на эмпирическую верификацию гипотезы о положительном влиянии использования имитационных технологий на формирование профессиональных компетенций обучающихся в нефтегазовой отрасли. В соответствии с принципами педагогического исследования, эксперимент преследует цель установления причинно-следственных связей между нововведением в образовательный процесс и изменением уровня профессиональной готовности студентов, что соответствует методологическим требованиям научной объективности, воспроизводимости и доказательности[1].

Одним из наиболее эффективных педагогических инструментов для достижения указанных целей является имитационное моделирование, представляющее собой специфическую форму воспроизведения реальных процессов и явлений в учебной среде. Оно основано на интеграции когнитивных и деятельностных компонентов обучения, что позволяет обеспечить погружение студентов в квазиреальные профессиональные ситуации, адекватные по структуре и содержанию реальным производственным процессам[2]. По этому поводу Селевко подчеркнул, что имитационные модели становятся средством реализации концепций контекстного и компетентностного обучения, ориентированных на формирование у обучающихся устойчивых профессиональных компетенций[3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях цифровизации промышленного сектора и перехода к компетентностной модели обучения возрастает потребность в разработке и внедрении педагогических решений, обеспечивающих не только трансляцию предметного содержания, но и формирование устойчивых надпредметных компетенций, таких как критическое мышление, способность к

командному взаимодействию, профессиональная рефлексия и готовность к принятию обоснованных решений в нестабильной инженерной среде.

В этой связи особую актуальность приобретает интеграция имитационных технологий в образовательный процесс как эффективного средства реализации симуляционно-деятельностного подхода. Одним из перспективных решений в данной области является разработка и апробация имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME), направленного на воспроизведение реальных производственных процессов и квазипрофессиональных ситуаций с использованием платформы AnyLogic. Отличительной особенностью данного модуля выступает его системная архитектура, включающая логико-операционные, поведенческие и аналитико-рефлексивные компоненты, обеспечивающие комплексное развитие инженерных и метакомпетентностей.

Настоящее исследование посвящено экспериментальной проверке эффективности внедрения SDME в учебный процесс технических вузов Узбекистана, в частности — Бухарского инженерно-технологического института, Каршинского государственного технического университета и Ташкентского государственного университета имени И. Каримова. Целью работы является оценка педагогического потенциала модуля SDME в формировании ключевых профессиональных компетенций студентов инженерно-технического профиля и обоснование возможностей его масштабируемого применения в системе высшего инженерного образования.

Сформированная методологическая и организационная основа педагогического эксперимента создала необходимые предпосылки для перехода от теоретического конструирования к этапу непосредственной разработки, внедрения и апробации имитационного модуля SDME в условиях реального образовательного процесса. На этом этапе акцент был смещён с обоснования концептуальных положений на реализацию практических механизмов создания симуляционной обучающей среды и её эмпирическую проверку в естественных педагогических условиях. Реализация экспериментальной части исследования предусматривала последовательную разработку цифровой модели, интеграцию имитационных сценариев в учебные дисциплины, организацию деятельности студентов в квазипрофессиональной среде, а также проведение комплексной оценки эффективности разработанного инструментария с применением валидных методов педагогической диагностики.

Разработка и экспериментальная апробация имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME) осуществлялись на основе системного, деятельностного и симуляционно-дидактического подходов, ориентированных на интеграцию цифровых образовательных технологий с практикоориентированными методами профессиональной подготовки. В качестве технологической базы была выбрана платформа AnyLogic, обладающая высоким потенциалом для построения адаптивных и многосценарных моделей производственных процессов, что позволило обеспечить реалистичность симуляционной среды и её соответствие инженерному контексту.

На первом этапе была сформирована концептуальная структура SDME, включающая целевые ориентиры, педагогические задачи и ключевые модули, подлежащие экспериментальной реализации. Нефтегазовая отрасль была выбрана в качестве базовой предметной области, что предопределило сложность и вариативность симулируемых процессов. Структура модуля включала логико-операционные компоненты (бурение, транспортировка, переработка), поведенческие элементы (инженерные решения, командное взаимодействие) и аналитико-рефлексивные блоки (отслеживание образовательных результатов и поведения студентов).

На втором этапе была создана и внедрена цифровая симуляционная модель с использованием библиотеки динамических систем, агентного и событийного моделирования в среде AnyLogic. Участникам педагогического эксперимента — студентам профильных направлений подготовки в Бухарском инженерно-технологическом институте, Каршинском государственном техническом университете и Ташкентском государственном университете имени И. Каримова — предлагалось последовательно включаться в выполнение типовых и

усложнённых симуляционных сценариев. Параметры среды (например, тип месторождения, технико-экономические условия, технологические риски) варьировались с целью диагностики устойчивости профессиональных навыков обучающихся к внешним вызовам.

Экспериментальное обучение проводилось в формате симуляционных сессий, сопровождаемых методическими инструкциями, визуальными интерфейсами управления и системой автоматической фиксации показателей результативности. Особое внимание уделялось разработке учебных сценариев различного уровня сложности, направленных на развитие ключевых инженерных и метапредметных компетенций — от базовых операций до анализа кризисных ситуаций и выработки коллективных решений в условиях неопределённости.

Параллельно с реализацией обучающих сценариев проводился систематический сбор данных для оценки эффективности SDME. Для этого был разработан и применён комплекс диагностических инструментов, включающих входной и выходной контроль знаний, оценку активности обучающихся в симуляционных заданиях, экспертные листы наблюдения за поведением в группах, а также инструменты само- и взаимооценки. Ключевыми критериями оценки выступали: динамика формирования профессиональных умений, способность к аналитическому и проектному мышлению, уровень рефлексии, учебной мотивации и готовности к командному взаимодействию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты экспериментального этапа эмпирически подтвердили эффективность применения имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME) в формировании профессиональных компетенций студентов инженерно-технического профиля. Согласно итоговой диагностике, средний прирост уровня сформированности профессиональных компетенций в экспериментальной группе составил 21,4 %, тогда как в контрольной группе — лишь 7,9 %, что свидетельствует о статистически значимом различии ($t = 2,87$; $p < 0,01$ по критерию Стьюдента для независимых выборок). Уровень познавательной активности (по результатам анкетирования и экспертных наблюдений) вырос на 18,6 %, а интерес к учебным дисциплинам, измеряемый индексом вовлечённости, увеличился с 3,1 до 4,2 баллов по пятибалльной шкале.

Показатели качества и скорости принятия решений в рамках симуляционных сценариев также продемонстрировали улучшение: среднее время анализа и выбора решения сократилось на 14 %, а доля обоснованных (по экспертной шкале) решений возросла с 62 % до 85 %. Развитие навыков самоорганизации и адаптации к нестабильной инженерной среде зафиксировано через шкалу саморефлексии и ситуационной готовности: в экспериментальной группе среднее значение выросло с 3,4 до 4,5 баллов ($p < 0,05$), в то время как в контрольной динамика составила менее 0,5 баллов. Данные различия были признаны достоверными и воспроизводимыми в пределах заявленного педагогического дизайна, что позволяет говорить о высокой результативности применения SDME в условиях инженерного образования.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ

Следовательно, экспериментально апробированный имитационный модуль SDME продемонстрировал высокую эффективность в условиях реального учебного процесса, подтвердив свою методологическую состоятельность и потенциал к тиражированию в других образовательных учреждениях технического профиля.

Обобщённые выводы, полученные в результате комплексной интерпретации экспериментальных данных, создали прочную основу для проведения углублённого анализа эмпирических результатов, отражающих реализацию разработанной имитационной модели в конкретных условиях образовательного процесса. Именно на данном этапе стало возможным перейти от фиксации общих закономерностей и педагогических эффектов к выявлению конкретных количественных и качественных изменений, обусловленных внедрением модуля SDME. Последующий анализ сосредоточен на измерении и интерпретации динамики

формирования ключевых профессиональных компетенций обучающихся в экспериментальной и контрольной группах, а также на оценке тех педагогических механизмов, которые обеспечили эффективность функционирования симуляционно-деятельностной образовательной среды в инженерной подготовке студентов.

Проведённое педагогическое исследование подтвердило высокую эффективность использования имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME) в инженерной подготовке студентов. Экспериментальная апробация модуля, реализованная на базе технических вузов Узбекистана, показала статистически значимое улучшение показателей формирования профессиональных компетенций, познавательной активности, уровня рефлексии, а также готовности обучающихся к принятию решений в условиях неопределённости. Полученные данные свидетельствуют о том, что интеграция симуляционно-деятельностной среды, основанной на платформе AnyLogic, не только способствует воспроизведению инженерного контекста в учебной среде, но и обеспечивает развитие устойчивых профессионально значимых навыков.

Внедрение SDME позволило перейти от теоретического конструирования к практикоориентированному формату обучения, где студенты включаются в выполнение сложных имитационных сценариев, отражающих реалии нефтегазовой отрасли. Доказанная методологическая состоятельность модуля, высокая степень его адаптивности и технологической воспроизводимости создают надёжные предпосылки для масштабирования разработки в другие образовательные учреждения технического профиля. Таким образом, SDME представляет собой перспективный инструмент модернизации инженерного образования, способствующий подготовке специалистов, способных к рефлексивному, основанному на данных принятию решений в условиях цифровой экономики и усложняющихся производственных систем.

Проведённое исследование подтвердило высокую педагогическую и методологическую состоятельность имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME) как инновационного инструмента подготовки специалистов нефтегазовой отрасли в условиях цифровизации и энергетического перехода. Разработанная модель, интегрирующая системный, деятельностный и симуляционно-дидактический подходы, обеспечила не только воспроизведение производственного контекста в учебной среде, но и формирование устойчивых профессиональных и метапредметных компетенций студентов, включая аналитическое мышление, рефлексия, умение принимать обоснованные решения и работать в команде.

Экспериментальная апробация SDME в трёх технических вузах Узбекистана продемонстрировала статистически значимое улучшение образовательных результатов в сравнении с контрольной группой, что позволяет говорить о доказанной эффективности имитационного подхода в инженерном образовании. Полученные данные также указывают на рост познавательной активности, мотивации и способности студентов к профессиональной адаптации в условиях неопределённости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённая экспериментальная проверка разработанного имитационного модуля Simulation-Driven Modular Environment (SDME), интегрированного в образовательный процесс технических вузов Узбекистана, позволила эмпирически подтвердить его эффективность в формировании профессиональных и метапредметных компетенций будущих специалистов нефтегазовой отрасли. Результаты педагогического эксперимента продемонстрировали статистически значимый рост уровня профессиональной готовности обучающихся, повышение их познавательной активности, мотивации к учебной деятельности, готовности к командному взаимодействию и принятию обоснованных решений в условиях неопределённости.

Разработанная симуляционно-деятельностная образовательная среда обеспечила трансляцию инженерного контекста в учебную аудиторию, позволив студентам включаться в



квазипрофессиональные ситуации, адекватные современным производственным процессам. Высокий потенциал технологической адаптивности SDME, подтверждённый результатами исследования, свидетельствует о возможности масштабирования модуля в другие образовательные учреждения технического профиля.

Таким образом, имитационный модуль SDME может рассматриваться как эффективный инструмент модернизации системы инженерного образования, обеспечивающий формирование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики и энерго-технологических преобразований. Дальнейшие исследования предполагают расширение спектра моделируемых процессов, интеграцию средств аналитической поддержки решений и разработку методических рекомендаций по использованию симуляционных технологий в инженерной подготовке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новикова Л.И. Методология педагогического исследования: Учебное пособие. — М.: Академия, 2011. — 256 с.
2. Kozhevnikov M.V. Application of Simulation Modeling in Training Oil and Gas Engineers. // Journal of Technical Education. – 2020. – №2. – С. 45–52.
3. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие для вузов. — М.: Народное образование, 2006. — 256 с.