

УДК 528:004.946:378.147

## ИНТЕРАКТИВНАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ ГЕОДЕЗИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

**И. В. ВАЛЬКОВ***(Представлено: Т. М. ГЛУХОВА)*

*В статье рассматривается разработка и применение интерактивной цифровой обучающей платформы по геодезии и землеустройству, предназначенной для формирования профессиональных компетенций у студентов и молодых специалистов. Обоснована актуальность создания виртуальной обучающей среды в геодезическом образовании: отмечены ограничения традиционных полевых практик (высокие затраты, погодные и логистические трудности) и показано, что цифровые технологии способны их компенсировать. Отдельное внимание уделено роли интерактивной среды в формировании профессиональных компетенций: имитация реальных условий и приборов позволяет отрабатывать навыки обращения с оборудованием, пространственное мышление и принятие решений, повышая качество подготовки будущих землеустроителей. Приведены практические примеры применения подобных виртуальных тренажёров в образовательном процессе и отмечена их эффективность. В заключении подчёркивается значимость цифровой трансформации образования геодезистов и землеустроителей и делаются выводы о перспективах внедрения разработанной платформы в учебный процесс.*

**Введение.** Современное геодезическое образование испытывает растущую потребность в инновационных методах обучения, соответствующих духу цифровой эпохи. Традиционные формы практической подготовки геодезистов – полевые учебные практики и лабораторные занятия с реальными приборами – сталкиваются с рядом ограничений. Во-первых, проведение полноценной полевой практики требует значительных затрат времени и ресурсов: необходимо оборудование (тахеометры, нивелиры, GNSS-приёмники и др.), транспортировка студентов на полигоны, обеспечение безопасности работ. Во-вторых, объективные факторы, такие как погодные условия или труднодоступность разнообразных ландшафтов, могут препятствовать регулярному и разностороннему обучению на местности. Наконец, в условиях массового перехода к дистанционному обучению (в том числе в период пандемии) встаёт задача предоставлять практико-ориентированное обучение в удалённом формате. Все перечисленные факторы побуждают искать альтернативные или вспомогательные подходы к формированию практических умений и навыков студентов-геодезистов.

Цифровые технологии открывают новые возможности для имитации геодезических процессов и приборов в виртуальной среде. Появление доступных средств виртуальной реальности (VR), высокопроизводительных графических движков и мощных персональных компьютеров позволило создавать реалистичные симуляторы, где студенты могут взаимодействовать с моделями приборов и выполнять учебные задания, приближенные к реальным. Такие интерактивные обучающие среды обеспечивают активное погружение обучающихся в процесс, в отличие от пассивного восприятия на традиционных лекциях. Виртуальный формат способен воспроизвести условия, труднодостижимые в аудитории: различные типы местности, погодные ситуации, производственные сценарии и т.д., без рисков и затрат, сопровождающих реальные выезды на местность. Более того, имитация позволяет заранее подготовить студентов к настоящим полевым работам – отработать технику измерений, освоить методики, что в итоге ведёт к более эффективному использованию времени в реальном поле.

В мировой и отечественной практике уже предпринимались шаги по внедрению виртуальных технологий в обучение геодезии. Ранее создавались десктопные имитационные программы для тренировки отдельных навыков – например, виртуальные лабораторные работы по нивелированию или симуляторы работы с теодолитом. Однако классические 3D-симуляторы на экране компьютера имеют ограничения по уровню погружения: управление через клавиатуру и мышь не позволяет в полной мере воссоздать ощущения работы с прибором, затрудняет восприятие пространства. Последние исследования показывают, что переход к полностью иммерсивным VR-средам (с использованием шлемов виртуальной реальности и контроллеров) значительно повышает реалистичность опыта и вовлечённость обучающихся, что может позитивно влиять на усвоение навыков. В связи с этим актуальна разработка интегрированных интерактивных платформ, позволяющих моделировать комплекс геодезических работ в условной виртуальной местности.

*Целью данной работы* является описание интерактивной обучающей платформы по геодезии, разработанной автором, и анализ её возможностей как инструмента формирования профессиональных компетенций у студентов. В статье раскрываются актуальность и предпосылки создания такой системы,

приводится описание используемых технологий (Unreal Engine 5, интеграция с GPS/ГНСС и цифровое моделирование приборов), рассматриваются функциональные характеристики платформы (симуляции, обучение, контроль знаний), а также оценивается её роль в профессиональном развитии будущих геодезистов и землеустроителей. Ниже последовательно изложены результаты проведённой работы.

**Актуальность цифровых обучающих платформ в геодезии и землеустройстве.** Геодезия как наука и практика характеризуется высокой технологичностью и требовательностью к точности и навыкам исполнителей. В современную эпоху геодезическая отрасль стремительно цифровизируется: используются электронные тахеометры, спутниковые системы позиционирования (ГНСС), лазерное сканирование, беспилотные летательные аппараты для аэрофотосъёмки и др. Это предъявляет новые требования к подготовке специалистов – выпускник должен уверенно владеть сложным оборудованием и программным обеспечением, понимать принципы его работы и уметь обрабатывать цифровые данные измерений. Формирование таких компетенций традиционно опирается на практические занятия. Однако, как отмечалось во введении, обеспечить каждому студенту достаточный объём работы с реальными приборами затруднительно. Не каждая кафедра обладает парком современных приборов в нужном количестве, а имитация различных сценариев (например, съёмка в горах, в городской застройке, на опасных или труднодоступных объектах) зачастую вовсе невозможна в рамках учебного процесса.

Цифровые обучающие платформы призваны решить эту проблему за счёт создания виртуальных полигонов и приборов. Виртуальная среда обучения геодезии позволяет моделировать различные ситуации: от разбивки съёмочного обоснования на открытой местности до съёмки рельефа в условиях плотной городской застройки или работы с кадастровой съёмкой участка. При этом интерактивность платформы обеспечивает непосредственное участие студента: он выступает в роли оператора приборов, принимая решения и наблюдая результат своих действий в реалистичной модели. Например, уже существуют программные комплексы, где в 3D-окружении можно изучать устройство и принцип работы электронного тахеометра, теодолита, нивелира, а затем отрабатывать измерения этими приборами на модельной местности. Учебные действия (наведение трубы на рейку, отсчёт по кругу, измерение расстояния, считывание координат с приёмника и т.п.) выполняются так же, как в действительности, но в безопасной цифровой среде.

Важным аргументом в пользу развития подобных платформ является возможность дистанционного обучения. Виртуальные лаборатории по геодезии дают шанс проводить практикумы удалённо, что ценно для заочных студентов, для международных образовательных проектов, а также в условиях вынужденного перехода на онлайн-формат обучения. Уже реализованы решения, когда сложный программно-аппаратный комплекс устанавливается в вузе, а студенты подключаются к нему через интернет и получают удалённый доступ к виртуальному тренажёру геодезических работ. Таким образом география обучения расширяется, а сами занятия становятся более гибкими: студент может повторить упражнение несколько раз, пока не достигнет требуемого результата, без опасений сломать дорогой прибор или нарушить технику безопасности.

Наконец, актуальность интерактивных сред обучения обусловлена и стратегическими приоритетами развития образования. Цифровая трансформация образования признана одним из ключевых направлений в государственных программах, и геодезическое образование не является исключением. Внедрение VR/AR-технологий, создание электронных учебных модулей, виртуальных тренажёров для инженерных дисциплин поддерживается на уровне национальных проектов и грантовых программ. Подобные разработки рассматриваются как драйвер модернизации учебного процесса и получения нового качества подготовки кадров. Показательно, что на конкурсах инноваций отмечаются проекты виртуальных полигонов: так, в 2020 г. виртуальный тренажёр геологических маршрутов ТПУ получил премию как «Драйвер цифровой трансформации отрасли», продемонстрировав эффективность применения VR для полевых дисциплин. В геодезии и землеустройстве внедрение интерактивных тренажёров вписывается в общий курс на цифровизацию отрасли и подготовку специалистов новой формации, способных эффективно работать в цифровой среде.

**Назначение и особенности разработанной обучающей платформы.** Разработанный обучающий сервис представляет собой программную платформу, предназначенную для студентов вузов по направлениям «Геодезия и дистанционное зондирование», «Землеустройство и кадастры» и родственным специальностям. Его основное назначение – содействие формированию у обучающихся прочных практических навыков проведения геодезических работ и освоение современных геодезических технологий в интерактивной форме. Платформа служит своего рода виртуальным полигоном и одновременно виртуальной лабораторией, где студент может шаг за шагом выполнять типичные профессиональные задачи геодезиста.

В основу заложен принцип приближения к реальной деятельности. Это означает, что все этапы работы, от подготовки оборудования до получения итоговых данных, воспроизводятся максимально близко к тому, как это происходит на практике. Студент, запуская модуль, получает задание (например,

выполнить установление границ участка), далее ему предоставляется необходимый инвентарь (виртуальные приборы, штативы и пр.) и доступна интерактивная местность. Последовательно выполняя задания, обучающийся учится правильно устанавливать прибор, ориентировать его, производить измерения, фиксировать результаты и обрабатывать полученные данные. Платформа может использоваться как в ходе аудиторных занятий (например, преподаватель может демонстрировать работу прибора на экране и затем давать задания студентам), так и в самостоятельной работе обучающихся вне аудитории.

Отдельно стоит подчеркнуть ориентированность сервиса на начинающих специалистов. Целевая аудитория – не только студенты, но и молодые инженеры-землеустроители, которым требуется отработать навыки перед выходом на реальный объект. Платформа может применяться при повышении квалификации, в центрах дополнительного образования, на курсах переподготовки – везде, где нужно быстро и безопасно обучить работе с новым оборудованием или технологии. В отличие от реального полигона, виртуальный не зависит от сезона и региона: молодой специалист, не отходя от компьютера, может потренироваться в съёмке рельефа горной местности или в выполнении разбивочных работ на строительстве – те ситуации, с которыми ему вскоре предстоит столкнуться. Таким образом, разработанный сервис призван стать инструментом перехода от теории к практике, своего рода «мостом» между учебной аудиторией и производственным участком.

Следует отметить, что аналогичные продукты уже появляются на рынке учебного оборудования по геодезии, что подтверждает правильность выбранного направления. Например, существуют коммерческие виртуальные стенды «Прикладная геодезия», предлагаемые для вузов, – они позволяют проводить групповые практические занятия дистанционно, через подключение к предустановленному в университете комплексу. Другие отечественные разработки включают виртуальные учебные комплексы, где студенты изучают устройство и принцип работы тахеометра, теодолита, нивелира и учатся измерять параметры местности с их помощью. Наш сервис развивает эти идеи, предлагая более современную технологическую основу и расширенный функционал, ориентированный на широкий спектр задач землеустройства.

**Роль интерактивной среды в формировании профессиональных компетенций.** Внедрение описанной интерактивной платформы в образовательный процесс направлено на развитие у студентов целого комплекса профессиональных компетенций, необходимых современному специалисту в сфере геодезии и землеустройства. Под профессиональными компетенциями в данном контексте подразумевается совокупность знаний, умений и опыта, позволяющих эффективно выполнять рабочие функции геодезиста. Рассмотрим, каким образом виртуальная обучающая среда способствует формированию ключевых компетенций:

*Примеры применения интерактивных тренажёров в образовании.* На сегодня интерактивные обучающие среды по геодезии находятся в стадии активной разработки и экспериментального внедрения. Тем не менее, уже можно привести некоторые примеры и кейсы их применения в образовательной практике, подтверждающие эффективность данного инструмента.

В зарубежных вузах проводились пилотные проекты по использованию VR-тренажёров для геодезистов.

Так, группа исследователей разработала иммерсивный VR-симулятор работы с электронным тахеометром, позволивший студентам в шлеме виртуальной реальности выполнять измерения и манипулировать тахеометром так же, как в поле. Были проведены оценочные сессии с участием экспертов и студентов, которые показали высокую реалистичность подхода и его потенциал для обучения – пользователи действительно ощущали, что учатся работать с прибором, и положительно оценили опыт. Другой пример – программный комплекс SurReal (Surveying Reality), разработанный в Пенсильванском университете (США) для проведения виртуальных лабораторных работ по геодезии. В нём реализовано несколько сценариев, включая нивелирование и топографическую съёмку. Примечательно, что точность, достигнутая студентами в виртуальных измерениях, сравнима с реальной: например, при выполнении нивелирного хода в симуляторе суммарная невязка составила всего 1 мм, что эквивалентно полевому результату высокого качества. Это демонстрирует, что виртуальная среда способна дать не «игрушечный», а вполне профессиональный опыт, с соблюдением требований точности. Данный комплекс успешно применялся для дистанционного обучения в период пандемии, позволив заменить очные практики на виртуальные без потери качества.

В Европе также ведётся работа над подобными системами. В Техническом университете Граца (Австрия) создана экспериментальная платформа VRsurv для 3D-планирования геодезических работ и обучения студентов. Она ориентирована на задачи мониторинга сооружений и высокоточных сетей, позволяя размещать виртуальные тахеометры и отражатели в модели реального объекта (например, дамбы или моста) и проверять видимость, оптимальное расположение приборов и т.д. Эта система изначально создавалась для научных целей – планирования геодезических сетей, но в то же время оказалась полезной в образовательном процессе, так как студенты могут экспериментировать с конфигурацией сетей

и сразу видеть последствия своих решений. Разработчики отмечают, что применение VR-очков дало намного более глубокий эффект присутствия, чем прежние экранные модели, и студенты лучше поняли пространственные отношения в задаче. Интересно, что в данном проекте сделан акцент на игровые элементы (gameful design) – введены соревновательные и мотивационные механики, чтобы повысить вовлечённость обучающихся. Это совпадает с мировым трендом геймификации образования.

В российских вузах примеры использования VR в геодезии пока единичны, но смежные области дают позитивные сигналы. Как отмечалось ранее, в Томском политехническом университете разработан виртуальный геологический полигон – уникальный ресурс, где отрабатываются навыки проведения геологических маршрутов в формате игры от первого лица. Хотя это несколько иная дисциплина, общая методология близка: есть виртуальная местность, персонаж-студент, задания по сбору образцов и описанию геологических разрезов. Опыт ТПУ показал, что студенты гораздо активнее вовлекаются в процесс и осваивают материал полевого практикума лучше по сравнению с традиционными методами, а сам проект получил признание как важное инновационное решение. Аналогично, можно ожидать, что внедрение виртуальных тренажёров по геодезии (нивелирование, съёмка, кадастровые работы) будет встречено положительно. Уже сейчас некоторые университеты испытывают коммерческие отечественные решения: виртуальные стенды по геодезии используются для дистанционного обучения, особенно в период ограничений на очные занятия. Преподаватели отмечают, что даже студенты младших курсов, не державшие в руках настоящий теодолит, после работы с его виртуальным аналогом легко осваиваются с реальным прибором в дальнейшем – у них сформировано представление о его устройстве и навыки основных настроек.

Конечно, практическое применение интерактивных платформ требует методического обеспечения. Лучшие результаты достигаются, когда VR-практикумы встроены в общую структуру курса и дополняются обсуждением, разбором ошибок, сопоставлением с реальными измерениями. Тем не менее, приведённые примеры демонстрируют, что цифровые тренажёры геодезии уже из опытно-экспериментальной фазы переходят в фазу внедрения, и накопленный опыт подтверждает их эффективность как учебного инструмента.

**Выводы.** Цифровая трансформация образования в сфере геодезии и землеустройства открывает качественно новые горизонты для подготовки специалистов. Проведённое исследование, посвящённое разработке интерактивной среды обучения геодезии, показывает, что современные технологии (игровые 3D-движки, виртуальная реальность, имитационное моделирование приборов) способны воспроизвести в учебных условиях ключевые аспекты профессиональной деятельности геодезиста.

Главные выводы, которые можно сделать на основе проведённой работы и обзора опыта, заключаются в следующем. Во-первых, актуальность разработки цифровых обучающих платформ в геодезии не вызывает сомнений: они становятся ответом на вызовы времени, позволяя преодолеть ограничения традиционных методов обучения и повысить его эффективность. Во-вторых, технологическая реализация на современном уровне (UE5, VR, сетевые возможности) обеспечивает высокий уровень реализма и интерактивности, достаточный для решения учебных задач профессиональной направленности. В-третьих, функциональность подобных систем может охватывать все этапы обучения – от ознакомления с прибором до итогового контроля навыков, что делает их универсальным инструментом в образовании. Наконец, в-четвёртых, педагогический эффект от внедрения интерактивных сред выражается в более глубоком усвоении практических навыков и повышении мотивации студентов, что в конечном счёте отражается на качестве подготовки выпускников.

Значимость цифровой трансформации для образования землеустроителей и геодезистов трудно переоценить. Сегодня отрасли нужны специалисты, свободно владеющие и традиционными методами, и новейшими технологиями сбора и обработки пространственных данных. Интерактивная обучающая среда, описанная в статье, вносит вклад в достижение этой цели, предоставляя будущим профессионалам безопасный полигон для приобретения опыта. Конечно, виртуальная практика не заменяет полностью работу в реальном мире – скорее, она дополняет и обогащает её. Оптимальным видится сочетание: студенты сначала отрабатывают базовые приёмы и сценарии в симуляторе, а затем закрепляют их на реальных приборах в полевых условиях, уже подготовленными и уверенными в своих действиях.

Перспективы развития подобных систем включают дальнейшее расширение функционала (например, интеграция технологий дополненной реальности для совмещения виртуальных и реальных объектов), создание общедоступных библиотек виртуальных полигонов, обмен опытом между вузами через объединённые VR-платформы. Также актуальна научно-методическая работа по оценке эффективности VR-обучения: накопление статистики успеваемости, исследование влияния иммерсивности на качество знаний, адаптация педагогических методик под новые инструменты.

В заключение отметим, что внедрение интерактивных тренажёров полностью соответствует стратегическому курсу на цифровизацию образования и подготовки кадров для экономики будущего. Подобные проекты, как показано на примере разработанной платформы, не только повышают уровень профес-

сиональных компетенций студентов, но и формируют у них цифровую культуру, готовность к постоянному обучению и освоению новых технологий в течение всей карьеры. Таким образом, интерактивная среда обучения геодезии выступает важным инструментом формирования конкурентоспособных специалистов и обеспечения преемственности знаний в условиях стремительного технологического прогресса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bolkas D., Chiampi J., Fiotti J., Gaffney D. Surveying Reality (SurReal): Software to Simulate Surveying in Virtual Reality // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2021. — Vol. 10, no. 5. — P. 296[18][2].
2. Bauer P., Lienhart W. VRsurv: A Virtual Planning and Educational Tool for Surveying Tasks // Proceedings of FIG Congress 2022 (Warsaw, Poland, 11–15 Sept 2022). — 2022[14][4].
3. Mazzoni L. N. et al. Immersive Learning in Teaching Geomatics for Engineering Students // Immersive Learning Research Network Conference (iLRN 2025), CCIS 2598. — 2025. — Pp. 327–342[1].
4. ПрограмЛаб. Учебные комплексы. Геодезия – Каталог продукции [Электронный ресурс][10]. — Режим доступа: <https://pl-llc.ru/catalog/stroitelstvo/geodeziya/> (дата обращения: 15.10.2025).
5. StendLab. Виртуальный лабораторный стенд "Прикладная геодезия" – Учебное оборудование и виртуальные симуляторы [Электронный ресурс][19]. — Режим доступа: <https://stendlab.ru/product/virtualnyj-laboratornyj-stend-prik/> (дата обращения: 15.10.2025).
6. ТПУ. Виртуальный геологический полигон – образовательный VR-ресурс [Электронный ресурс][13]. — Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/ceor/sim> (дата обращения: 15.10.2025).