



Научная статья

УДК 378

EDN ICNKZC

<https://www.doi.org/10.33910/3034-4255-2026-3-1-5-16>

Использование возможностей цифрового компьютерного планетария при практической подготовке обучающихся в области астрономии

В. П. Пронин¹, И. И. Хинич^{✉1}, Е. Ю. Семенова¹, Д. С. Родионов¹, Г. А. Мажуга¹

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48

Для цитирования: Пронин, В. П., Хинич, И. И., Семенова, Е. Ю., Родионов, Д. С., Мажуга, Г. А. (2026) Использование возможностей цифрового компьютерного планетария при практической подготовке обучающихся в области астрономии. *Современное образование и общество*, т. 3, № 1, с. 5–16. <https://www.doi.org/10.33910/3034-4255-2025-2-4-5-16> EDN ICNKZC

Получена 18 февраля 2026; прошла рецензирование 23 апреля 2026; принята 3 июня 2026.

Финансирование: Исследование выполнено при поддержке внутреннего гранта Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена (проект № 101-ВГ).

Права: © В. П. Пронин, И. И. Хинич, Е. Ю. Семенова, Д. С. Родионов, Г. А. Мажуга (2026). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0.

Аннотация. Обсуждается использование иммерсивных технологий (цифровой планетарий) при практической подготовке студентов института физики РГПУ им. А. И. Герцена. Описывается виртуальный тур в радиоастрономическую обсерваторию «Светлое» Института прикладной астрономии Российской академии наук. Инструменты этой обсерватории позволяют получать высокоточную координатно-временную информацию в интересах фундаментальных и проблемно-ориентированных исследований. Предлагается использовать такие разработки как для реализации интерактивных форм лекционных, практических и лабораторных занятий, так и для повышения эффективности практико-ориентированного обучения при включении студентов в процесс создания виртуального контента.

Ключевые слова: практическая подготовка обучающихся, иммерсивные технологии, визуализация обучения, цифровой планетарий, виртуальный тур

Using the capabilities of a digital computer planetarium in practical training of students in the field of astronomy

V. P. Pronin¹, I. I. Khinich^{✉1}, E. Yu. Semenova¹, D. S. Rodionov¹, G. A. Mazhuga¹

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, Russia, 191186, St. Petersburg, Moika Embankment 48

For citation: Pronin, V. P., Khinich, I. I., Semenova, E. Yu., Rodionov, D. S., Mazhuga, G. A. (2026) Using the capabilities of a digital computer planetarium in practical training of students in the field of astronomy. *Modern Education and Society*, vol. 3, no. 1, pp. 5–16. <https://www.doi.org/10.33910/3034-4255-2025-2-4-5-16> EDN JCNKZC

Received 18 February 2026; **reviewed** 23 April 2026; **accepted** 3 June 2026.

Funding: The study was supported by an internal grant from Herzen University (Project No. 101-VG).

Copyright: © V. P. Pronin, I. I. Khinich, E. Yu. Semenova, D. S. Rodionov, G. A. Mazhuga (2026). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under [CC BY License 4.0](#).

Abstract. This article examines the use of immersive technologies — specifically, a digital planetarium — in the practical training of students at the Institute of Physics, Herzen University. The authors describe a virtual tour of the Svetloe Radio Astronomy Observatory, part of the Institute of Applied Astronomy of the Russian Academy of Sciences. The observatory's instruments provide highly accurate coordinate and time data for both fundamental and problem-oriented research. The article proposes using these technologies for interactive lectures, practical sessions, and laboratory classes, and for enhancing practice-based learning by engaging students in the creation of virtual content.

Keywords: practical training of students, immersive technologies, visualization of learning, digital planetarium, virtual tour

Одним из направлений повышения эффективности профессиональной подготовки обучающихся вузов в настоящее время является усиление роли практико-ориентированного обучения. В условиях изменяющихся требований к уровню сформированности компетенций с учетом требований рынка труда, профессиональных стандартов на первый план выходит задача «практической подготовки» обучающихся (Елизарова и др. 2024), которая определяется как «форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы» (Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ... 2012).

Применительно к подготовке обучающихся в области астрономии, которая осуществляется в институте физики РГПУ им. А. И. Герцена в рамках образовательных программ бакалавриата и магистратуры, такая практическая подготовка — это не только организация и проведение учебных и производственных практик, но и реализация интерактивных форм лекционных, практических и лабораторных занятий.

Одной из комплексных и передовых форм информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является виртуальная реальность, набирающая в настоящее время все большую популярность и воплощающая в себе ключевые принципы ИКТ: цифровое создание, обработку и передачу информации на принципиально новом уровне — на уровне полного погружения. Предпосылками этого стало бурное развитие технологий, выпуск современных доступных по цене камер и сопутствующего оборудования, разработка разнообразного программного обеспечения для сборки 360-градусных туров и 3D-моделирования.

В отличие от экранов компьютеров или телефонов, позволяющих просматривать контент лишь с частичным эффектом погружения, виртуальная реальность как образовательная среда вовлекает студентов внутрь изучаемого материала, создает у них ощущение, что они — часть событий, непосредственные их наблюдатели. Такая среда обладает следующими безусловными достоинствами, во-первых, *наглядностью*, так как современный зритель в большей степени предпочитает смотреть, а не читать; во-вторых, *информативностью*: видео или фото, снабженное кратким поясняющим текстом, содержит больше информации, чем просто текстовое описание события; в-третьих, принимая во внимание наглядность

и информативность, можно сделать вывод, что виртуальный тур — это эффективное учебное пособие по теме, в рамках которой оно было создано, то есть — *эффективностью*. Для достижения максимального эффекта погружения в виртуальное пространство (иммерсивные технологии) используются специальные очки или панорамные экраны.

Исследования показывают, что иммерсивные аудиовизуальные среды влияют на когнитивные, эмоциональные и мотивационные аспекты обучения (Everding 2020; International Planetarium Society 2023; Jian, Abu Bakar 2024; Liu et al. 2025; Neset et al. 2010; Planetariums and STEM Education... 2023; Yu 2015; Yu et al. 2025). Иммерсия снижает когнитивную нагрузку, усиливает эмоциональное вовлечение и способствует коллективному восприятию знаний (Everding 2020; Liu et al. 2025; Neset et al. 2010).

В институте физики Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена установлен комплекс цифрового планетария со сферическим экраном. Современный цифровой планетарий перестал быть исключительно демонстрационной системой для показа звездного неба, он позволяет демонстрировать различный научно-познавательный и учебный контент в формате виртуальной реальности. Сегодня это аудиовизуальная иммерсивная платформа, включающая купольную проекцию высокого разрешения, многоканальную пространственную аудиосистему и синхронизированную мультимедийную систему управления (The Value of the Planetarium... 2023). Такой комплекс способен визуализировать не только небесную сферу, но и любые пространственные и временные процессы — от геофизических явлений до исторических реконструкций, философских концепций и языковых карт. Он выступает как медиaproстранство для междисциплинарного обучения в физике, астрономии, биологии, географии, истории, философии и преподавании иностранных языков, объединяя визуальные, звуковые и смысловые контексты (Denver Museum... 2019; Upgrade your Planetarium Technology... 2025;).

Опыт внедрения подобных цифровых комплексов при преподавании различных дисциплин в зарубежных центрах (ESO Supernova, ALIVE, Visualization Center C) демонстрирует устойчивую эффективность обучения (Denver Museum... 2019; Educational Programmes... 2022; Reid et al. 2014). В России подобные подходы, помимо РГПУ им. А. И. Герцена, реализуются в Московском планетарии, Кемеровском и Самарском университетах (Образовательные программы

и партнерства... 2025; Планетарий КемГУ... 2025; Планетарий Самарского университета... 2025).

В медиaproстранстве можно найти большое количество контента для полнокупольных аудиовизуальных систем, однако большинство из этих материалов не соответствуют содержанию конкретных учебных программ. Собственное производство контента позволяет создать необходимый для процесса обучения материал, локализовать язык и развивать цифровые навыки студентов (Developing Local Fulldome... 2022; Immersive Design... 2021; Yu 2018).

В качестве примера такого контента сотрудниками института физики и института информационных технологий и технологического образования РГПУ им. А. И. Герцена была осуществлена съемка виртуального тура по Радиоастрономической обсерватории «Светлое» Института прикладной астрономии Российской академии наук, расположенной в поселке Светлое Приозерского района Ленинградской области (Обсерватория «Светлое»... 2025). Обсерватория является одной из трех обсерваторий радиоинтерферометра «Квазар-КВО», две другие — «Зеленчукская» (Карачаево-Черкесия) и «Бадары» (Республика Бурятия). На рисунке 1 представлена антенна РТ-32 комплекса радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (VLBI).

Формирование тура обеспечивалось нижеописанными технологиями. Съемка панорам велась на камеру Insta 360 X4 (рис. 2).

Камера позволяет снимать сферические панорамы, используя метод «одного кадра» (англ. «one shot»). Однокадровый метод дает возможность мгновенно фиксировать все окружающее пространство, включая движущиеся объекты.

Другим методом изготовления сферических панорам является метод многокадровой съемки, ведущейся на обычный фотоаппарат, установленный на нодальную штативную головку с последующим сшиванием отдельных кадров в панораму (рис. 3).

Однокадровый метод требует гораздо меньше времени и позволяет снять большее количество панорам за съемочный день, а значит, сделать тур более подробным. Благодаря возможностям камеры Insta 360 X4 панорамы получаются весьма качественными и требуют минимальной дальнейшей обработки.

Обработка панорам, фотографий, монтаж видео проводились в пакетах компании Adobe. Сборка тура осуществлялась в программе Kolor Panotour, которая позволяет создавать переходы между панорамами, внедрять в тур HTML-код, настраивать активные точки и выводить тур в формате HTML+JavaScript в вариантах



Рис. 1. Радиоастрономическая обсерватория «Светлое». Антенна РТ-32 комплекса «Квазар-КВО»
(фото Г. А. Мажуги, Д. С. Родионова, 2025)

Fig. 1. Svetloe Radio Astronomy Observatory. RT-32 antenna of the Quasar-KVO complex
(photo by G. A. Madzhuga, D. S. Rodionov, 2025)



Рис. 2. Панорамная камера Insta 360 X4 (фото Г. А. Мажуги, Д. С. Родионова, 2025)

Fig. 2. Insta360 X4 panoramic camera (photo by G. A. Madzhuga, D. S. Rodionov, 2025)



Рис. 3. Фотоаппарат, установленный на нодальную штативную головку (фото Г. А. Мажуги 2025)

Fig. 3. Camera mounted on a nodal tripod head (photo by G. A. Madzhuga 2025)

для плоских и сферических экранов, а также для виртуальных очков (рис. 4). Полученный результат — виртуальная учебная экскурсия о современных методах астрофизических исследований.

В обсерватории «Светлое» находятся несколько астрономических инструментов. Тур начинается у радиотелескопа РТ-13 с антенной диаметром 13 метров. Несмотря на меньший размер по сравнению с первым инструментом обсерватории — радиотелескопом РТ-32, этот телескоп играет важную роль в развитии и модернизации комплекса «Квазар-КВО». РТ-13 обладает рядом преимуществ по сравнению с РТ-32. Благодаря меньшей массе антенны он имеет высокую скорость наведения и способен быстро переходить в процессе регистрации радиоизлучения от одного объекта к другому, что особенно важно для оперативных наблюдений. Современные приемные системы телескопа — многодиапазонные приемники, позволяющие работать в нескольких радиочастотных диапазонах. РТ-13 спроектирован в соответствии с международными стандартами (IVS), что обеспечивает высокую точность синхронизации и приема данных. Эксплуатация относительно небольшой антенны требует меньших затрат энергии и более простого обслуживания, что позволяет проводить наблюдения с высокой оперативностью.

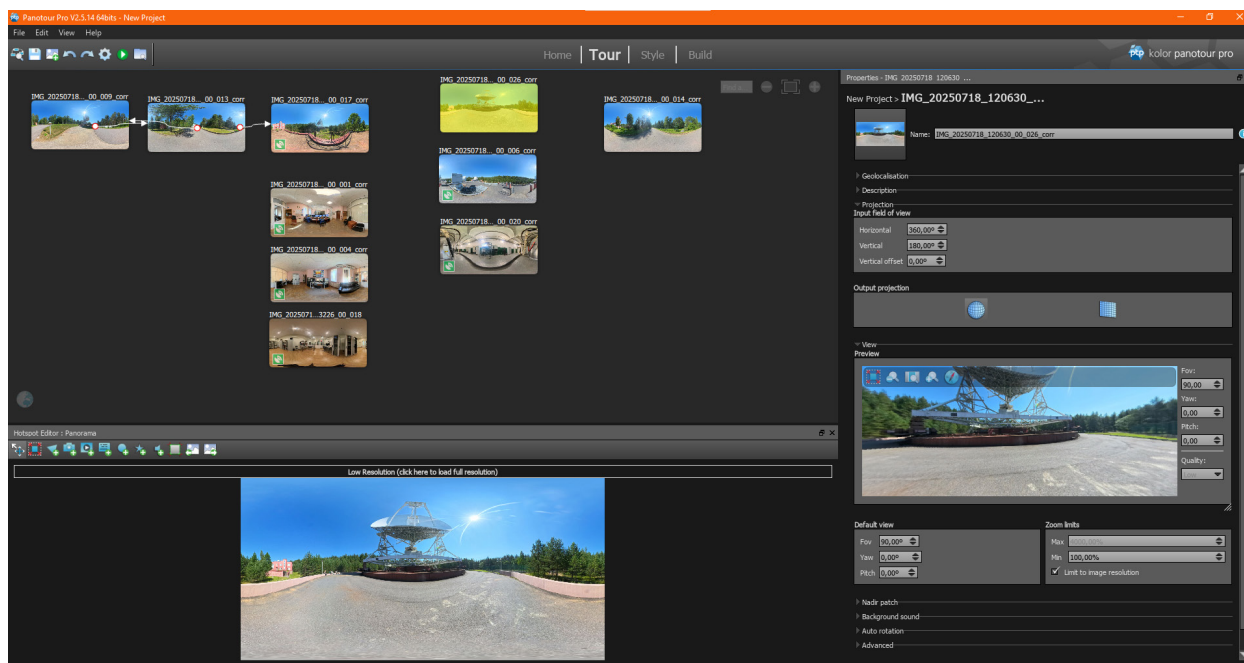


Рис. 4. Рабочее окно программы Kolor Panotour: сборка тура по обсерватории «Светлое» (фото Д. С. Родионова, 2025)

Fig. 4. Kolor Panotour workspace: assembling the Svetloe observatory tour (photo by D. S. Rodionov, 2025)

Таким образом, РТ-13 расширяет возможности комплекса «Квазар-КВО». Он дополняет крупные антенны РТ-32, обеспечивая участие в оперативных международных VLBI-сессиях, тестирование новых методов обработки данных и оборудования, проведение наблюдений, требующих высокой маневренности и короткого времени реакции.

Продвигаясь далее по аллее от РТ-13 в сторону здания операторской, посетитель видит небольшой белый купол — это квантово-оптическая система (КОС) «Сажень-ТМ», предназначенная для лазерной локации искусственных спутников Земли и проведения высокоточных геодезических измерений. КОС «Сажень-ТМ» испускает короткие импульсы лазерного излучения, отражающиеся от ретрорефлекторов (угловых отражателей), установленных на спутниках. По времени возвращения луча измеряется расстояние с точностью до нескольких миллиметров. Эти данные используются для уточнения спутниковых орбит, геодинамических моделей и параметров вращения Земли. Основные задачи КОС «Сажень-ТМ» — определение и уточнение орбит спутников, участие в геодинамических исследованиях и мониторинге движения земной коры, измерение параметров вращения Земли, поддержание координатно-временных систем, используемых в геодезии и навигации, интеграция лазерных и радиointерферометрических измерений в рамках комплекса «Квазар-КВО». КОС «Сажень-ТМ» является важным элементом научно-измерительного комплекса обсерватории, объединяющим лазерные, радиотехнические и временные наблюдения в единую систему.

Продолжая маршрут по аллее, тур приводит к зданию операторской, за которым видна крупная антенна радиотелескопа РТ-32. Следующий пункт тура — здание операторской. В операторском зале осуществляется управление антеннами, контроль наведения, прием и первичная обработка данных. Рядом расположен коррелятор — вычислительный комплекс, объединяющий сигналы, полученные от антенн «Квазар-КВО». Здесь происходит синхронизация и совместная обработка данных, что позволяет формировать единое изображение наблюдаемых радиоисточников с высочайшей детализацией. Для работы в режиме радиointерферометра радиотелескопы (каждая антенна) должны иметь собственную, но строго согласованную временную систему, чтобы объединение сигналов стало возможным.

Спустившись на нижний уровень здания, посетитель попадает в помещение, где размещен стандарт времени — система атомных часов

и синхронизации. Она обеспечивает стабильность и точность временной шкалы на уровне наносекунд, что критически важно для работы радиointерферометрической сети.

Из здания операторской через паттерну (подземный крытый переход) можно попасть прямо под антенну радиотелескопа РТ-32. По паттерне проложены волоконно-оптические линии и кабельные соединения, обеспечивающие передачу данных и синхронизацию между антеннами и вычислительным центром.

Радиотелескоп РТ-32 — самый большой инструмент обсерватории с антенной диаметром 32 метра. Он входит в состав национального радиointерферометрического комплекса «Квазар-КВО», включающего три одинаковых РТ-32, расположенных в обсерваториях Светлое, Зеленчукская и Бадары. Совместная работа этих антенн в режиме VLBI (радиointерферометрии со сверхдлинной базой) позволяет получать изображения с угловым разрешением, эквивалентным телескопу диаметром тысячи километров. Система «Квазар-КВО» решает как астрофизические, так и геодезические задачи: исследование квазаров и активных ядер галактик; изучение структуры радиоярких источников и межзвездной среды; измерение параметров вращения Земли и движения тектонических плит; поддержание координатно-временных систем, используемых в навигации и астрометрии. Наблюдение квазаров в рамках VLBI-сессий критически важно для фундаментальной точности глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС, GPS и других), поскольку оно обеспечивает создание и поддержание самой точной и стабильной инерциальной системы координат в космическом пространстве — Международной небесной системы отсчета (ICRF).

Завершается виртуальный тур у памятной таблички, сообщающей зрителю, что только что он прошел по Аллее памяти, посвященной первому директору Института прикладной астрономии РАН, члену-корреспонденту РАН, профессору Андрею Михайловичу Финкельштейну. Аллея была заложена 26 сентября 2012 года участниками Международной конференции WPLTN-2012 (Workshop on Precision Lunar and Terrestrial Networks).

Важнейшая особенность виртуального тура — возможность акцентировать внимание на отдельных элементах. Для этого в тур добавляются «активные точки» (хотспоты), использование которых позволяет детально изучить принципы работы того или иного инструмента, о котором рассказывается в туре.

Для того чтобы виртуальный тур перестал быть исключительно демонстрационным материалом, в его структуру интегрированы специальные хотспоты с интерактивным содержимым, работающие по принципу «информация — задача — результат». В рамках лабораторных и практических занятий использование таких активных точек позволяет реализовать деятельностный подход: студент не просто просматривает контент, а выполняет поисковые и аналитические действия, необходимые для решения учебной задачи.

Наполнение активных точек виртуального тура «Светлое» — это инструменты для решения учебных задач, а не просто всплывающие справки. Их можно разделить на три типа:

- 1) информационно-справочные: раскрывают технические характеристики узлов обсерватории;
- 2) проблемно-ориентированные: содержат вопросы, ответы на которые требуют сопоставления данных из разных локаций тура;
- 3) расчетные: предоставляют исходные данные для проведения прикладных вычислений непосредственно во время «посещения» объекта.

Данный виртуальный тур создан для обеспечения практической подготовки обучающихся в рамках таких учебных дисциплин, как «Методы астрофизических исследований», «Экспериментальные методы исследований в астрономии», «Общая астрономия», а также в рамках проведения проектно-ориентированной практики (научно-исследовательской работы) обучающихся по программе «Физико-астрономическое образование» в магистратуре института физики РГПУ им. А. И. Герцена.

Практическая подготовка реализуется по двум направлениям: через выполнение учебных заданий внутри готового тура и через вовлечение обучающихся в технологический цикл создания подобного образовательного продукта.

В первом случае, например при изучении дисциплины «Экспериментальные методы исследований в астрономии» студентам предлагается кейс-задание «Сравнительный анализ характеристик антенн РТ-13 и РТ-32», в котором обучающиеся оценивают возможности двух ключевых инструментов комплекса «Квазар-КВО».

Активная точка в локации радиотелескопа РТ-32 акцентирует внимание на высокой чувствительности инструмента за счет зеркала диаметром 32 метра, что критически важно для регистрации слабых сигналов от удаленных внегалактических объектов (например, квазаров),

но указывает на существенное ограничение — скорость наведения антенны составляет около 1 градуса в секунду.

Хотспот у радиотелескопа РТ-13 содержит данные о его технических характеристиках. РТ-13 — это быстродействующая полноповоротная антенна. Ее ключевая характеристика — скорость перенацеливания (до 12 градусов в секунду), что позволяет инструменту участвовать в «интенсивных», скоростных сессиях наблюдений с частой сменой небесных объектов.

При проведении занятия обучающийся получает вводную: «Необходимо провести сессию наблюдений группы из 15 быстро сменяющихся источников в рамках программы уточнения параметров вращения Земли. Время на перестройку между объектами не должно превышать 10 секунд». Для выполнения данной задачи обучающийся перемещается по виртуальному туру, находит активные точки у обоих телескопов и сравнивает их параметры. При анализе он должен соотнести требуемую скорость перенацеливания (указанную в задаче) с техническими возможностями инструментов. На основе данных из хотспотов обучающийся делает выбор в пользу РТ-13, так как использование РТ-32 в данной ситуации привело бы к потере значительной части наблюдательного времени на медленный поворот многотонной конструкции.

Благодаря такой интеграции активных точек, виртуальный тур позволяет сформировать у обучающегося практическую компетенцию по подбору научного оборудования. Обучающийся не просто запоминает внешний вид радиообсерватории, а учится интерпретировать технические характеристики реальных приборов для решения прикладных задач. Это превращает демонстрационный материал в интерактивный тренажер, где «активная точка» служит источником первичных данных для анализа, а не просто всплывающей подсказкой с общеизвестными фактами.

Для студентов факультета географии виртуальный тур выступает как интерактивная база для изучения методов современной геодезии и геодинамики. В данном случае этот тур может быть использован в качестве наглядного материала по проблемам и способам решения задач создания высокоточной системы координат Земли.

Центральным элементом здесь становится квантово-оптическая система «Сажень-ТМ». Например, обучающемуся предлагается определить параметры движения Евразийской тектонической плиты по данным лазерной локации геодезического спутника.

Для выполнения данного задания обучающемуся необходимо изучить схему излучения лазерного импульса в сторону геодезического спутника и его отражения обратно на приемник обсерватории и данные о текущих возможностях системы (точность измерения дальности до спутника составляет несколько миллиметров), а также получить данные о координатах самой обсерватории «Светлое», используя нужные активные точки виртуального тура.

Обучающийся «посещает» локацию КОС «Сажень-ТМ» и через активную точку получает значение временной задержки лазерного сигнала для конкретного сеанса связи со спутником и далее рассчитывает расстояние до объекта.

На основе полученной информации обучающийся должен составить краткую схему-цепочку, отражающую реальный вклад лазерной локации в геодинамику: «Лазерный замер дальности до спутника — уточнение орбиты геодезического спутника — высокоточное определение координат обсерватории — сравнение координат за разные эпохи — вычисление скорости и направления движения тектонической плиты».

Работа с туром позволяет студенту-географу понять, что обсерватория, являясь инструментом для астрономических наблюдений, выступает также в роли фундаментального геодезического пункта. Виртуальный тур в данном случае применим для изучения способов создания высокоточной системы координат Земли, превращая абстрактные формулы в понимание работы реального оборудования. Предложенная задача позволяет реализовать компетентностный подход в географическом образовании: обучающийся не только усваивает теоретический материал о движении плит, но и приобретает навыки обработки реальных геодезических данных, оценки точности, сравнения с моделями.

В отличие от первого случая, когда виртуальный тур используется как готовый образовательный продукт, второе направление практико-ориентированного подхода заключается в проектной деятельности студентов по созданию и модернизации виртуального тура. Это позволяет формировать комплекс цифровых и профессиональных компетенций в области медиапроизводства и визуализации научных данных.

Вовлечение обучающихся в технологический цикл создания виртуального тура рассматривается как высшая форма практико-ориентированного обучения — метод «обучение через проектирование». В этом процессе студент выступает не как потребитель информации,

а как инженер-методист, решающий комплексную задачу по визуализации и структурированию научного знания.

Практико-ориентированность здесь реализуется через освоение полного цикла разработки (от технического задания до готового продукта), где каждый этап требует конкретных профессиональных навыков: аналитический этап — изучение технической документации объекта для выделения смысловых узлов; технологический этап — овладение навыками прецизионной съемки и работы с панорамной оптикой; ИТ-этап — работа в специализированных программных средах по шивке и программированию интерфейсов; методический этап — адаптация сложного научного контента для учебных целей.

В качестве примера практических заданий для обучающихся при создании виртуального тура можно выделить, например, задачу по борьбе с параллаксом при съемке различных элементов тура. При съемке различных пультов управления с оборудованием, где много мелких деталей (шкалы, тумблеры) на разном удалении от камеры лучше отказаться от метода «one-shot» и провести многорядную съемку на зеркальную камеру с использованием нодальной панорамной головы. В этом случае обучающийся должен самостоятельно найти «беспараллаксную точку» объектива, настроить прочие параметры камеры и провести многорядную съемку.

Обучающийся осваивает навыки юстировки сложной оптической системы, правильная настройка которой обеспечит высокое качество панорам тура, которое в данном случае — ясный критерий для оценивания преподавателем работы студента.

При создании тура обучающийся осваивает практические навыки работы со специальными программами для создания виртуальных окружений, которые позволяют создать активные точки не только с простым текстом, а элементы для интерактивного взаимодействия. Обучающийся переходит от простого размещения контента к элементам визуального программирования. Он должен продумать UI/UX (пользовательский интерфейс), чтобы взаимодействие с туром было интуитивно понятным и решало конкретную учебную задачу (например, определение параметров движения Евразийской тектонической плиты).

При привлечении обучающихся к созданию подобных виртуальных туров также возникают не только технические задачи, связанные с конкретными приемами взаимодействия

с профессиональным оборудованием, но и задачи методического направления. Проектирование информационной архитектуры, например создание переходов между локациями в туре требует от обучающегося, который привлечен к созданию тура, разработать граф переходов (карту тура), которая бы повторяла логику реального технологического процесса (например, если использовать тур по обсерватории «Светлое», то это будет путь сигнала от момента попадания на зеркало антенны до коррелятора). В данном случае обучающийся учится выстраивать логические связи в сложных системах. Вместо хаотичного набора панорам он создает структурированный образовательный маршрут, что формирует необходимые методические навыки.

Таким образом, практическая подготовка реализуется в двух аспектах, описанных выше: через выполнение учебных заданий внутри иммерсивной среды и через вовлечение обучающихся в технологический цикл создания виртуального контента.

Кроме того, предложенный виртуальный тур может быть использован просто как интересный и познавательный материал по современным методам научных исследований для учебных занятий со слушателями различных уровней подготовки.

Накопленный опыт использования виртуальной реальности при организации практической подготовки обучающихся в области астрономии может и должен быть распространен на практико-ориентированное обучения в других областях как естественно-научного, так и гуманитарного образования, а цифровой планетарий как аудиовизуальная система открывает новые возможности в образовании — обучение через визуализацию, звук, коллективное восприятие и переживание знаний.

Отметим, что для создания подобного контента целесообразно организовывать локальные студии в университетах и школах, включать разработку виртуальных туров в проектную деятельность студентов, что повышает эффективность формирования компетенций в процессе практической подготовки обучающихся, и использовать цифровой планетарий как лабораторию сторителлинга. При этом важно оценивать эффективность модулей и развивать партнерство между университетами и школами (Digital immersive media in education... 2023).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Вклад авторов

В. П. Пронин — формулировка идеи, общих целей и задач исследования, методическая концепция исследования, описание виртуального тура по обсерватории «Светлое», общее редактирование.

И. И. Хинич — формулировка идеи, общих целей и задач исследования, координация выполнения проекта, методическая концепция исследования, описание виртуального тура по обсерватории «Светлое», общее редактирование.

Е. Ю. Семенова — общее редактирование, методическая концепция исследования, описание виртуального тура по обсерватории «Светлое».

Д. С. Родионов — фото- и видеосъемка, создание и описание виртуального тура по обсерватории «Светлое», общее редактирование.

Г. А. Мажуга — описание современных методов фото- и видеосъемки и методики создания виртуальных туров, фото- и видеосъемка, создание и описание виртуального тура по обсерватории «Светлое».

Author Contributions

V. P. Pronin: formulation of the idea, general goals and objectives of the study; methodological concept of the study; description of the virtual tour of the Svetloe observatory; general editing.

I. I. Khinich: formulation of the idea, general goals and objectives of the study; project coordination; methodological concept of the study; description of the virtual tour of the Svetloe observatory; general editing.

E. Yu. Semenova: general editing; methodological concept of the study; description of the virtual tour of the Svetloe observatory.

D. S. Rodionov: photography and video recording; creation and description of the virtual tour of the Svetloe observatory; general editing.

G. A. Mazhuga: description of modern methods of photography and video recording, and description of virtual tour creation techniques; photography and video recording; creation and description of the virtual tour of the Svetloe observatory.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заместителю директора Института прикладной астрономии РАН по научной работе Н. В. Шуйгиной, руководителю Радиоастрономической обсерватории «Светлое» И. А. Рахимову и сотрудникам Радиоастрономической обсерватории за возможность организации и практическую помощь в фото- и видеосъемке в обсерватории «Светлое».

Acknowledgements

The authors express their gratitude to N. V. Shuygina, Deputy Director for Research at the Institute of Applied Astronomy of the Russian Academy of Sciences, to I. A. Rakhimov, Head of the Svetloe Radio Astronomy Observatory, and to the observatory staff for the opportunity to carry out photography and video recording at the Svetloe observatory and for their practical assistance.

Список литературы

- Елизарова, Л. В., Трубицина, О. И., Семенова, Е. Ю. и др. (2024) Особенности проектирования системы практической подготовки обучающихся в условиях трансформации образования. *Science for Education Today*, т. 14, № 1, с. 7–24. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2401.01>
- Образовательные программы и партнерства с вузами. (2025) *Московский планетарий*. [Электронный ресурс]. URL: <https://planetarium-moscow.ru/courses> (дата обращения 08.12.2025).
- Обсерватория «Светлое». (2025) *Институт прикладной астрономии Российской академии наук*. [Электронный ресурс]. URL: <https://iaaras.ru/dept/svetloe/> (дата обращения 08.12.2025).
- Планетарий КемГУ. (2025) *Кемеровский государственный университет*. [Электронный ресурс]. URL: <https://kemsu.ru/university/structure/unit/planetarium/> (дата обращения 08.12.2025).
- Планетарий Самарского университета. (2025) *Самарский университет*. [Электронный ресурс]. URL: <https://ssau.ru/info/struct/otd/common/planetarium> (дата обращения 08.12.2025).
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». (2012). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения 08.12.2025).
- Denver Museum of Nature & Science (2019) *Project ALIVE — Astronomy Learning in Immersive Virtual Environments*. [Online]. Available at: <https://www.dmns.org/science/research/alive/> (accessed 21.08.2026).
- Developing Local Fulldome Content in Education. (2022) *IPS Resource Center*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/ConductingResearch> (accessed 21.08.2026).
- Digital immersive media in education: Collaborative practices and policy recommendations. (2023) *UNESCO*. [Online]. Available at: <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology> (accessed 21.08.2026).
- Educational Programmes and Teacher Training. (2022) *ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre*. [Online]. Available at: <https://supernova.eso.org> (accessed 08.12.2025).
- Everding, D. J., Keller, J. M. (2020) Survey of the academic use of planetariums for undergraduate instruction *Physical Review Physics Education Research*, vol. 16, no. 2, article 020138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020128>
- Immersive Design and Student Projects in Planetarium Environments. (2021) *University of Utah*. [Online]. Available at: <https://immersive.utah.edu/planetarium-projects> (accessed 08.12.2025).
- Jian, Y., Abu Bakar, J. A. (2024) Comparing cognitive load in learning spatial ability: immersive learning environment vs. digital learning media. *Discov Sustain*, vol. 5, article 111. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00310-6>
- Liu, C., Meng, S., Zheng, W., Zhou, Z. (2025) Research on the impact of immersive virtual reality classroom on student experience and concentration. *Virtual Reality*, vol. 29, p. 82. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01153-w>
- Neset, T.-S. S., Wibeck, V., Uhrqvist, O., Johansson, J. (2010) Visualizing climate change: The potential of dome presentations as a tool for climate communication. *Eurographics*. [Online]. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/255908402> (accessed 08.12.2025).
- Planetariums and STEM Education: Global Review. (2023) *IPS*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue> (accessed 21.08.2026).
- Reid, M., Williams, M., Percy, J. et al. (2014) *The Role of New Planetariums in Promoting Engagement and Learning*. Toronto: Higher Education Quality Council of Ontario Publ. [Online]. Available at: <https://heqco.ca/pub/the-role-of-planetariums-in-promoting-engagement-and-learning/> (accessed 08.12.2025).
- The Value of the Planetarium in Education. (2023) *IPS*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue> (accessed 08.12.2025).
- Upgrade your Planetarium Technology to Enhance Educational and Scientific Exploration in your community. (2025) *Emerald Planetariums*. [Online]. Available at: <https://emerald-planetariums.com/content/articles/upgrade-your-planetarium-technology-to-enhance-educational-and-scientific-exploration-in-your-community.html> (accessed 08.12.2025).
- Yu, K. C. (2018) Storytelling in full-dome education: Designing for immersive learning. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, vol. 5, no. 1. pp. 1–12.
- Yu, K. C. (2015) Using a digital planetarium for teaching seasons to undergraduates *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, vol. 2, no. 2, pp. 99–110.
- Yu, N., Shi, W., Dong, W., Kang, R. (2025) The impact of virtual reality immersion on learning outcomes: A comparative study of declarative and procedural knowledge acquisition. *Behavioral Sciences*, vol. 15, no. 10, article 1322. <https://doi.org/10.3390/bs15101322>

References

- Denver Museum of Nature & Science (2019) *Project ALIVE — Astronomy Learning in Immersive Virtual Environments*. [Online]. Available at: <https://www.dmns.org/science/research/alive/> (accessed 21.08.2026). (In English)
- Developing Local Fulldome Content in Education. (2022) *IPS Resource Center*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/ConductingResearch> (accessed 21.08.2026). (In English)

- Digital immersive media in education: Collaborative practices and policy recommendations. (2023) *UNESCO*. [Online]. Available at: <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology> (accessed 21.08.2026). (In English)
- Educational programs and partnerships with universities. (2025) *Moscow Planetarium*. [Online]. Available at: <https://planetarium-moscow.ru/partners> (accessed 08.12.2025). (In Russian)
- Educational Programmes and Teacher Training. (2022) *ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre*. [Online]. Available at: <https://supernova.eso.org> (accessed 08.12.2025). (In English)
- Elizarova, L. V., Trubitsina, O. I., Semenova, E. Yu. et al. (2024) Characteristic features of designing the system of students' practical training in the context of education transformation. *Science for Education Today*, vol. 14, no. 1, pp. 7–24. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2401.01> (In Russian)
- Everding, D. J., Keller, J. M. (2020) Survey of the academic use of planetariums for undergraduate instruction *Physical Review Physics Education Research*, vol. 16, no. 2, article 020138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020128> (In English)
- Federal Law of December 29, 2012 No. 273-FZ "On Education in the Russian Federation"*. (2012) [Online]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (accessed 08.12.2025). (In Russian)
- Immersive Design and Student Projects in Planetarium Environments. (2021) *University of Utah*. [Online]. Available at: <https://immersive.utah.edu/planetarium-projects> (accessed 08.12.2025). (In English)
- Jian, Y., Abu Bakar, J. A. (2024) Comparing cognitive load in learning spatial ability: immersive learning environment vs. digital learning media. *Discov Sustain*, vol. 5, article 111. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00310-6> (In English)
- KemSU Planetarium. (2025) *Kemerovo State University*. [Online]. Available at: <https://kemsu.ru/about/structure/planetarium/> (accessed 08.12.2025). (In Russian)
- Liu, C., Meng, S., Zheng, W., Zhou, Z. (2025) Research on the impact of immersive virtual reality classroom on student experience and concentration. *Virtual Reality*, vol. 29, p. 82. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01153-w> (In English)
- Neset, T.-S. S., Wibeck, V., Uhrqvist, O., Johansson, J. (2010) Visualizing climate change: The potential of dome presentations as a tool for climate communication. *Eurographics*. [Online]. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/255908402> (accessed 08.12.2025). (In English)
- Planetariums and STEM Education: Global Review. (2023) *IPS*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue> (accessed 21.08.2026). (In English)
- Reid, M., Williams, M., Percy, J. et al. (2014) *The Role of New Planetariums in Promoting Engagement and Learning*. Toronto: Higher Education Quality Council of Ontario Publ. [Online]. Available at: <https://heqco.ca/pub/the-role-of-planetariums-in-promoting-engagement-and-learning/> (accessed 08.12.2025). (In English)
- Samara University Planetarium. (2025) *Samara University*. [Online]. Available at: <https://ssau.ru/planet> (accessed 08.12.2025). (In Russian)
- "Svetloe" Radio Astronomical Observatory. (2025) *Institute of Applied Astronomy of the Russian Academy of Sciences*. [Online]. Available at: <https://iaaras.ru/dept/svetloe/> (accessed 08.12.2025). (In Russian)
- The Value of the Planetarium in Education. (2023) *IPS*. [Online]. Available at: <https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumeducationvalue> (accessed 08.12.2025).
- Upgrade your Planetarium Technology to Enhance Educational and Scientific Exploration in your community. (2025) *Emerald Planetariums*. [Online]. Available at: <https://emerald-planetariums.com/content/articles/upgrade-your-planetarium-technology-to-enhance-educational-and-scientific-exploration-in-your-community.html> (accessed 08.12.2025). (In English)
- Yu, K. C. (2015) Using a digital planetarium for teaching seasons to undergraduates *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, vol. 2, no. 2, pp. 99–110. (In English)
- Yu, K. C. (2018) Storytelling in full-dome education: Designing for immersive learning. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12. (In English)
- Yu, N., Shi, W., Dong, W., Kang, R. (2025) The impact of virtual reality immersion on learning outcomes: A comparative study of declarative and procedural knowledge acquisition. *Behavioral Sciences*, vol. 15, no. 10, article 1322. <https://doi.org/10.3390/bs15101322> (In English)

Сведения об авторах

Пронин Владимир Петрович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры теоретической физики и астрономии, РГПУ им. А. И. Герцена

SPIN-код: 9012-5746, Scopus AuthorID: 25629885800, ORCID: 0000-0003-0997-1113, e-mail: pronin.v.p@yandex.ru

Хинич Иосиф Исаакович, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники, РГПУ им. А. И. Герцена

SPIN-код: 1789-7472, Scopus AuthorID: 6505703993, ORCID: 0000-0002-1745-8742, e-mail: khinitch@gmail.com

Семенова Елена Юрьевна, старший преподаватель кафедры теоретической физики и астрономии, РГПУ им. А. И. Герцена

SPIN-код: 1133-8632, ORCID: 0000-0002-6910-4911, e-mail: phys@herzen.spb.ru

Родионов Дмитрий Сергеевич, кандидат физико-математических наук, директор обсерватории института физики, РГПУ им. А. И. Герцена
SPIN-код: [2016-2810](#), Scopus AuthorID: [56365076500](#), ORCID: [0000-0001-8368-2657](#), e-mail: dsrodionov@bk.ru

Мажуга Георгий Александрович, старший преподаватель кафедры информационных систем, РГПУ им. А. И. Герцена
SPIN-код: [2691-2415](#), ORCID: [0009-0008-7111-9427](#), e-mail: airless@yandex.ru

Authors

Vladimir P. Pronin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theoretical Physics and Astronomy, Herzen State Pedagogical University of Russia
SPIN: [9012-5746](#), Scopus AuthorID: [25629885800](#), ORCID: [0000-0003-0997-1113](#), e-mail: pronin.v.p@yandex.ru

Iosif I. Khinich, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Physical Electronics, Herzen State Pedagogical University of Russia
SPIN: [1789-7472](#), Scopus AuthorID: [6505703993](#), ORCID: [0000-0002-1745-8742](#), e-mail: khinitch@gmail.com

Elena Yu. Semenova, Senior Lecturer of the Department of Theoretical Physics and Astronomy, Herzen State Pedagogical University of Russia
SPIN: [1133-8632](#), ORCID: [0000-0002-6910-4911](#), e-mail: phys@herzen.spb.ru

Dmitry S. Rodionov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director of the Observatory at the Institute of Physics, Herzen State Pedagogical University of Russia
SPIN: [2016-2810](#), Scopus AuthorID: [56365076500](#), ORCID: [0000-0001-8368-2657](#), e-mail: dsrodionov@bk.ru

Georgii A. Mazhuga, Senior Lecturer at the Department of Information Systems, Herzen State Pedagogical University of Russia
SPIN: [2691-2415](#), ORCID: [0009-0008-7111-9427](#), e-mail: airless@yandex.ru