

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.05.2026 18:13:28
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МЕХАНИКИ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА И АНАЛИЗА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологии виртуальной и дополненной реальности» входит в программу бакалавриата «Математические методы механики космического полета и анализа геоинформационных данных» по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается в 7 семестре 4 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 9 разделов и 24 тем и направлена на изучение фундаментальных основ построения систем виртуальной реальности (virtual reality, VR), построения систем дополненной реальности (augmented reality, AR), дистанционного управления, устройств для систем виртуальной и дополненной реальности, генерации трёхмерных моделей и изображений, сочетания реальных и искусственных изображений, примеров приложений систем виртуальной реальности, примеров приложений систем дополненной реальности, психофизиологических аспектов человеко-машинного интерфейса в системах виртуальной и дополненной реальности, разбор основных методов решения типовых задач и знакомство с областью их применения в профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины является формирование фундаментальных знаний и навыков применения методов решения задач, необходимых для профессиональной деятельности, повышение общего уровня грамотности студентов по технологиям виртуальной и дополненной реальности.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	ПК-1.1 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям; ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований; ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;
ПК-5	Способен разрабатывать, отлаживать, проверять работоспособность, модифицировать программное обеспечение; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, разрабатывать и согласовывать программную документацию на программное обеспечение	ПК-5.1 Знает существующее системное и прикладное программное обеспечение, методы проектирования и разработки программного обеспечения, структур и баз данных, программных интерфейсов. Знает нормативно-техническую документацию для разработки программной документации на ПО; ПК-5.2 Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов. Умеет анализировать нормативно-техническую документацию для разработки программной документации на ПО; ПК-5.3 Владеет основными навыками технологиями разработки, отладки, проверки работоспособности и модификации системного прикладного программного обеспечения, модернизации технических решений по

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		разработке ПО;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технологии виртуальной и дополненной реальности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Теория автоматического управления; Методы оптимального управления; <i>Дискретная математика**</i> ; <i>Discrete mathematics**</i> ; Механика космического полета; Теоретическая механика; Анализ геоинформационных данных; Численные методы;	Преддипломная практика; Технологическая практика;
ПК-5	Способен разрабатывать, отлаживать, проверять работоспособность, модифицировать программное обеспечение; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, разрабатывать и согласовывать программную документацию на программное обеспечение	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Анализ геоинформационных данных; Информатика и программирование; <i>Архитектура компьютерных сетей**</i> ; <i>Architecture of Computer Networks**</i> ;	Преддипломная практика; Технологическая практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности» составляет «2» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	36		36
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	72	72
	зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Принципы построения систем виртуальной реальности (virtual reality, VR)	1.1	Обзор систем ВДР.	Общая характеристика технологий виртуальной и дополненной реальности. Основные понятия: виртуальная среда, дополненная среда, смешанная реальность. Области применения: игровая индустрия, образование, медицина, промышленность, архитектура, военная подготовка. Краткий обзор современных систем.	ЛК, ЛР
		1.2	История развития систем ВДР.	Этапы развития: первые эксперименты со стереоскопией (XIX век), ранние системы виртуальной реальности (1960-е годы), появление терминов «виртуальная реальность» и «дополненная реальность». Развитие технологий в конце XX – начале XXI века. Современное состояние и перспективы.	ЛК, ЛР
		1.3	Взаимодействие пользователя-человека и модели реальности.	Принципы взаимодействия человека с виртуальной средой. Каналы восприятия: зрение, слух, осязание, проприоцепция (ощущение положения тела). Способы воздействия пользователя на виртуальную среду: жесты, голос, движение тела, управление с помощью контроллеров. Обратная связь от системы.	ЛК, ЛР
		1.4	Имитация операций, возможных с реальными объектами.	Моделирование физических взаимодействий в виртуальной среде: захват, перемещение, вращение объектов, соударения, деформации. Требования к реалистичности и отзывчивости. Баланс между точностью моделирования и производительностью системы.	ЛК, ЛР
		1.5	Иммерсивное восприятие модели реальности.	Понятие иммерсивности (погружения) как степени ощущения присутствия в виртуальной среде. Факторы, влияющие на иммерсивность: поле зрения, частота кадров, задержка отклика, реалистичность графики и звука, тактильная обратная связь. Методы оценки уровня погружения.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Принципы построения систем дополненной реальности (augmented reality, AR)	2.1	Трёхмерные модели объектов, применяемые для дополнения реальных сцен.	Типы трёхмерных моделей, используемых в дополненной реальности: полигональные модели, модели на основе облаков точек, анимированные модели. Требования к моделям: реалистичность, оптимизация для работы в реальном времени, совместимость с системами отслеживания.	ЛК, ЛР
		2.2	Установление соответствия реального	Методы привязки виртуальных объектов к реальному	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			пространства пользователя с данными трёхмерных моделей.	пространству. Использование маркеров (меток) для позиционирования. Безмаркерные методы: на основе распознавания плоскостей, особенностей сцены, карт глубины. Системы координат в дополненной реальности.	
		2.3	Слежение за положением пользователя для определения его точки наблюдения в реальном пространстве.	Отслеживание положения и ориентации головы пользователя (head tracking). Отслеживание положения камеры. Технологии слежения: оптические (инфракрасные камеры, компьютерное зрение), инерциальные (акселерометры, гироскопы), магнитные, ультразвуковые. Слияние данных от различных датчиков.	ЛК, ЛР
		2.4	Отображение в реальном времени изображения реальных сцен в сочетании с компьютерной графикой, сгенерированной на основе модели.	Принципы совмещения реального видеоизображения с виртуальными объектами. Рендеринг виртуальных объектов с учётом освещения реальной сцены. Скрытие виртуальных объектов за реальными (окклюзия). Обеспечение реалистичности наложения (цвет, тени, блики). Требования к частоте кадров и задержке.	ЛК, ЛР
Раздел 3	Дистанционное управление	3.1	Датчики, эффекторы, каналы связи для систем виртуальной реальности.	Датчики: типы и назначение (датчики положения, ориентации, движения, биометрические датчики). Эффекторы: устройства, воздействующие на пользователя (дисплеи, динамики, тактильные устройства). Каналы связи: проводные и беспроводные интерфейсы. Требования к пропускной способности и задержке для систем виртуальной реальности.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Устройства для систем виртуальной и дополненной реальности	4.1	Головной дисплей.	Назначение и конструкция головного дисплея. Типы: дисплеи для мобильных устройств, автономные шлемы, шлемы с подключением к ПК. Основные характеристики: разрешение, поле зрения, частота обновления, трекинг положения. Эргономика и комфорт использования.	ЛК, ЛР
		4.2	Устройство вывода стереоскопических изображений.	Принципы создания стереоэффекта: разделение изображений для левого и правого глаза. Методы стереовывода: затворные очки, поляризационные очки, анаглиф (цветовое кодирование), автостереоскопические дисплеи (без очков). Особенности каждого метода.	ЛК, ЛР
		4.3	Устройства ввода-вывода звуковой информации.	Пространственный звук в системах виртуальной и дополненной реальности. Наушники: открытые и закрытые, с костной проводимостью. Микрофоны: направленные, массивы микрофонов для захвата пространственного звука. Технологии	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				объёмного звука (биноуральный рендеринг, HRTF – функция передачи, связанная с головой).	
		4.4	Датчики пространственного местоположения частей тела человека или инструментов.	Типы датчиков: оптические (светодиодные маркеры, инфракрасные камеры), инерциальные (акселерометры, гироскопы), магнитные, ультразвуковые. Системы отслеживания: внутри-выходящие (камеры на шлеме) и внешне-входящие (внешние камеры). Отслеживание рук, пальцев, корпуса, а также инструментов (контроллеров, стилусов).	ЛК, ЛР
		4.5	Устройства ввода-вывода осязательной информации.	Понятие тактильной (гаптической) обратной связи. Типы устройств: вибромоторы в контроллерах и перчатках; устройства с силовой обратной связью (экзоскелеты, джойстики с усилием); устройства с изменяемой текстурой поверхности; устройства для имитации температуры. Применение в медицинских симуляторах, играх, тренажёрах.	ЛК, ЛР
		4.6	Устройства ввода-вывода информации о движении.	Трекеры движения тела (full-body tracking): костюмы с датчиками, оптические системы с маркерами. Беговые дорожки для виртуальной реальности (Virtuix Omni, Kat Walk) – устройства, позволяющие перемещаться в виртуальном пространстве физической ходьбой. Датчики захвата мимики для отображения выражения лица пользователя.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Генерация трёхмерных моделей и изображений	5.1	Виды трёхмерных моделей. Рендеринг – создание изображений на основе моделей объектов.	Типы трёхмерных моделей: полигональные (сетки), воксельные, параметрические (NURBS – неоднородные рациональные B-сплайны), модели на основе облаков точек. Понятие рендеринга (визуализации) как процесса преобразования модели в изображение. Методы рендеринга: растеризация, трассировка лучей, фотонный маппинг.	ЛК, ЛР
		5.2	Определение поверхностей модели. Вычисление значений пикселей формируемого изображения.	Представление поверхностей в трёхмерных моделях: грани, вершины, рёбра. Нормали к поверхностям. Вычисление цвета пикселя с учётом источников света, материалов объекта, текстур. Модели освещения: модель Ламберта (диффузное освещение), модель Фонга (учёт зеркальных бликов). Затенение: Гуро (по вершинам) и Фонга (по пикселям).	ЛК, ЛР
Раздел 6	Сочетание реальных и искусственных изображений	6.1	Текстурное отображение.	Понятие текстуры как двумерного изображения, накладываемого на поверхность трёхмерной модели. Текстурные координаты (UV-развёртка). Методы фильтрации	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				текстур: билинейная, трилинейная, анизотропная фильтрация для устранения искажений. Мипмаппинг (предрасчёт текстур разных уровней детализации). Текстурирование для дополненной реальности: наложение виртуальных текстур на реальные объекты.	
		6.2	Рендеринг на основе изображений	Подход к генерации изображений, использующий реальные фотографии или видеокadres вместо полного трёхмерного моделирования. Технологии: создание панорам, методы отображения на основе изображений (IBR – Image-Based Rendering), световые поля. Применение в системах дополненной реальности для реалистичного слияния виртуальных объектов с реальной сценой.	ЛК, ЛР
Раздел 7	Примеры приложений систем виртуальной реальности	7.1	Осмотр архитектурных сооружений. Моделирование полётов. Интерактивная сегментация анатомических структур.	Осмотр архитектурных сооружений: виртуальные туры по зданиям до их постройки, обучение персонала, презентации для заказчиков. Моделирование полётов: тренажёры для пилотов, отработка аварийных ситуаций без риска для жизни. Интерактивная сегментация анатомических структур в медицине: трёхмерная визуализация органов и тканей для планирования операций и обучения студентов. Другие примеры: виртуальные музеи, игровые приложения, психотерапия.	ЛК, ЛР
Раздел 8	Примеры приложений систем дополненной реальности	8.1	Системы дополненной реальности, используемой в хирургии. Контроль печатных плат. Проецирование приборной панели автомобиля на лобовое стекло.	Хирургия: наложение медицинских изображений (МРТ, КТ) на тело пациента во время операции, навигация хирургических инструментов. Контроль печатных плат: наложение схемы и подсказок при монтаже и ремонте электроники. Проецирование приборной панели автомобиля на лобовое стекло (проекционный дисплей): отображение скорости, навигации, предупреждений без отвлечения водителя от дороги. Другие примеры: навигация по городу (дополнение вида с камеры), виртуальная примерка товаров, инструкции по ремонту с дополненными элементами.	ЛК, ЛР
Раздел 9	Психофизиологические аспекты человеко-машинного интерфейса в системах виртуальной и дополненной реальности	9.1	Обеспечение иммерсивного восприятия виртуальной среды. Необходимость индивидуальной настройки устройств и параметров систем виртуальной и дополненной реальности.	Факторы, способствующие глубокому погружению: высокая частота кадров, широкое поле зрения, точное отслеживание движений, пространственный звук, тактильная обратная связь. Индивидуальные различия пользователей: межзрачковое расстояние, острота зрения, чувствительность к задержкам.	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				Необходимость калибровки и настройки устройств под конкретного человека.	
		9.2	Побочные эффекты воздействия систем виртуальной и дополненной реальности на человека.	Киберутомление (усталость, головная боль) при длительном использовании. Эффект «киберболезни» (укачивание) – рассогласование сигналов от вестибулярного аппарата и зрительной системы. Симптомы: тошнота, головокружение. Факторы возникновения: задержки (латентность) системы, несоответствие визуального движения и физического. Методы снижения рисков: улучшение технических характеристик, ограничение времени сеансов, адаптивные алгоритмы. Влияние на зрение и психоэмоциональное состояние. Противопоказания.	ЛК, ЛР

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженин А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2018. – 59 с.

2. Azuma, Ronald T. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), pp. 355 - 385.

Дополнительная литература:

1. Суворов К. А. Системы виртуальной реальности и их применение //Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. – 2013. – №. 9.

2. Е. С. Ситникова, Т. А. Кутенева. Виртуальная и дополненная реальность: соотношение понятий, Sociology. – 2018, с. 298-302.

3. Вигер И. Виртуальная реальность в промышленности. – 2016. – №5 (65). – CONTROL ENGINEERING РОССИЯ, с. 68-71.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Технологии виртуальной и дополненной реальности».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Круглова Лариса
Владимировна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Разумный Юрий
Николаевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий
Николаевич

Фамилия И.О.