

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.05.2026 12:52:36  
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**

### **VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

### **DATA ENGINEERING, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Virtual and Augmented Reality Technology» входит в программу бакалавриата «Data Engineering, интеллектуальные системы и кибербезопасность» по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» 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 «Virtual and Augmented Reality Technology» 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-3	Способен реализовать корректную обработку данных, эффективный обмен данными и проведение базовой разведки больших сложных наборов данных	ПК-3.1 Знает методы обработки данных, технологии и языки манипулирования данными; ПК-3.2 Уметь применять технологии и языки манипулирования большими сложными наборами данных; ПК-3.3 Владеть технологиями и языками манипулирования и обработки данными;
ПК-4	Способен разрабатывать формальные модели управления доступом при проектировании, реализации и внедрении автоматизированных систем в защищенном исполнении	ПК-4.1 Знает способы и методы организации технической поддержки процессов создания, совершенствования и сопровождения информационных систем для автоматизации задач организационного и производственного управления в защищенном исполнении; ПК-4.2 Владеет навыками разработки формальные модели управления доступом при проектировании, реализации и внедрении автоматизированных систем в защищенном исполнении;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Virtual and Augmented Reality Technology» 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 «Virtual and Augmented Reality Technology».

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-3	Способен реализовать корректную обработку данных, эффективный обмен данными и проведение базовой разведки больших сложных наборов данных	Анализ геоинформационных данных; Анализ данных и машинное обучение;	Преддипломная практика;
ПК-4	Способен разрабатывать формальные модели управления доступом при проектировании, реализации и внедрении автоматизированных систем в защищенном исполнении		Преддипломная практика;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Virtual and Augmented Reality Technology» 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
Контактная работа, ак.ч	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	36		36
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Общая трудоемкость дисциплины «Virtual and Augmented Reality Technology» составляет «2» зачетные единицы

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	Семестр(-ы)
			7	8
Контактная работа, ак.ч	8		4	4
Лекции (ЛК)	4		2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4		2	2
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	60		32	28
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	4		0	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## 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 пространства пользователя с данными трёхмерных моделей.	Методы привязки виртуальных объектов к реальному пространству. Использование маркеров (меток) для позиционирования. Безмаркерные методы: на основе распознавания плоскостей, особенностей сцены, карт глубины. Системы координат в дополненной реальности.	ЛК, ЛР
		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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
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 (дисплей, 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: дисплей 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 объёмного звука (биноуральный рендеринг, HRTF – функция передачи, связанная с головой).	ЛК, ЛР
		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	6.1	Текстурное отображение.	Понятие текстуры как двумерного изображения, накладываемого на поверхность	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
	искусственных изображений			трёхмерной модели. Текстуры координаты (UV-развёртка). Методы фильтрации 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. Необходимость калибровки и настройки устройств под конкретного человека.	ЛК, ЛР
		9.2	Побочные эффекты воздействия систем виртуальной и дополненной реальности на человека.	Киберутомление (усталость, головная боль) при длительном использовании. Эффект «киберболести» (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](http://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.elsevier.com/locate/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Virtual and Augmented Reality Technology».

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

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Профессор

Должность

Круглова Л.В.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О