

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Цифровые технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ**  
**РЕАЛЬНОСТИ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.07.04.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 113,5 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Харитонов В.Ю.
	Идентификатор	Rsaae7151-KharitonovVY-5824394

(подпись)

В.Ю. Харитонов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

(подпись)

С.В. Вишняков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

(подпись)

С.В. Вишняков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основных принципов построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности

### Задачи дисциплины

- изучение существующих распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основных их типов, областей применения и архитектурных особенностей;
- освоение терминологии, знакомство с архитектурой и технологическими принципами построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности;
- изучение механизмов обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной и дополненной реальности;
- изучение программных основ построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, получение практических навыков программирования таких систем;
- получение представления об основных тенденциях и перспективных направлениях развития распределенных систем виртуальной и дополненной реальности.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры; - современные подходы к организации программ трехмерной графики;; - архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития; - основы сетевого программирования с использованием сокетов.  уметь: - осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности; - разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов; - разрабатывать приложения трехмерной графики; - разрабатывать распределенные системы имитационного моделирования с использованием доступных реализаций стандарта HLA.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплины "Распределенные системы", "Компьютерные сети", "Технология разработки программного обеспечения"
- знать основные принципы объектно-ориентированного программирования
- знать методы отладки и тестирования ПО
- знать принципы построения вычислительных сетей и сетевые протоколы транспортного уровня
- уметь разрабатывать и кодировать программы на языках высокого уровня
- уметь осуществлять поиск и анализ научно-технической информации

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение в системы виртуальной и дополненной реальности	16	3	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в системы виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 16-22	
1.1	Введение в системы виртуальной и дополненной реальности	16		4	-	-	-	-	-	-	-	12	-		
2	Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности	28		8	8	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 23-40
2.1	Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности	28		8	8	-	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности	26		6	8	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы 1 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 2 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сетевая архитектура современных
3.1	Сетевая архитектура современных распределенных	26	6	8	-	-	-	-	-	-	-	12	-		

	систем виртуальной реальности												распределенных систем виртуальной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 80-90
4	Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности	20	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности	20	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	[1], стр. 41-57,63-65 [2], стр. 378-397 [3], стр. 55-73 [4], стр. 59-70
5	Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности	28	6	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы 2 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 3 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу
5.1	Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности	28	6	8	-	-	-	-	-	-	14	-	"Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 57-62,66-78,105-118 [2], стр. 318-341,342-349,406-419 [3], стр. 74-75
6	Разработка	26	4	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>

	распределенных систем виртуальной и дополненной реальности													Подготовка к защите лабораторной работы 4 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы 3 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 4 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 34-179,216-303 [6], 1-68
6.1	Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности	26	4	8	-	-	-	-	-	-	14	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>80</b>	<b>33.5</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>113.5</b>				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Введение в системы виртуальной и дополненной реальности

#### 1.1. Введение в системы виртуальной и дополненной реальности

Понятие виртуальной реальности (VR). Восприятие реальности. Цели VR. Понятие виртуальной среды. Свойства виртуальной реальности. Иммерсивность, чувственный опыт в VR. Эффект «зловещей долины» (uncanny valley). Интерактивность. Система виртуальной реальности (СВР), предъявляемые требования. Цикл взаимодействия пользователя с СВР. Архитектура СВР. Аппаратные средства СВР. Устройства ввода-вывода. CAVE-системы. Программные средства СВР: 3D графический "движок", физический "движок", аудиосистема. История развития СВР.. Виды «реальности». Дополненная реальность (ДР), определение, сходства и различия с VR, принцип работы. История развития систем ДР. Континуум реальность-виртуальность. Задачи регистрации изображения и трекинга в дополненной реальности. Регистрация с помощью маркера и безмаркерная регистрация, метод SLAM. Типы систем ДР. Классификация дисплеев дополненной реальности. Системы ДР с наголовными дисплеями. Тактильные и интермодальные системы ДР. Задачи, возникающие при разработке систем ДР. Современные программные библиотеки ДР. Примеры приложений ДР, области применения систем виртуальной и дополненной реальности. Перспективы систем виртуальной и дополненной реальности..

### 2. Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности

#### 2.1. Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности

Распределенные системы виртуальной и дополненной реальности (РСВР и ДР), обобщенное представление РСВР и ДР, особенности и терминология. Аппаратные средства, используемые при построении РСВР и ДР. Сравнение РСВР и ДР с классическими распределенными системами. Виды РСВР и ДР. РСВР: история развития.. Распределенные интерактивные симуляции. SIMNET: объектно-событийная архитектура, особенности. Стандарт DIS (IEEE 1278): особенности протокола и подробности реализации. Высокоуровневая архитектура HLA, стандарт IEEE 1516: топология, инфраструктура времени выполнения RTI, объектная модель федерации, сервисы, правила, управление временем. Сравнение подходов HLA и DIS к разработке РСВР. Новые возможности HLA Evolved (IEEE 1516-2010). Реализации HLA RTI. Распределенные тренажерные системы, архитектура современного авиатренажера.. Сетевые виртуальные среды. История и примеры систем: RB2, SPLINE, Diamond Park, NPSNET, DIVE, MASSIVE.. Многопользовательские сетевые компьютерные игры. Multiuser Dungeons (MUDs), Spacemar!, Maze, BZFlag. Сетевая архитектура игр Doom, Quake. Counter Strike: борьба с сетевыми ограничениями. Массовые многопользовательские онлайн-игры (ММО): краткая история и особенности. Детали реализации ММО World of Warcraft и Eve Online. Многопользовательские ролевые мобильные игры с дополненной реальностью. Pokemon Go: технические подробности реализации.. Метаверсы, отличия от ММО, история. Примеры метаверсов: Habitat, Active Worlds. Second Life: архитектура, виды серверов и вычислительных процессов. Децентрализованные РСВР. Decentraland - на стыке blockchain и VR, архитектура и особенности реализации..

### 3. Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности

#### 3.1. Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности

Основные задачи, возникающие при разработке РСВР и ДР. Трудности на пути создания РСВР и ДР. Представление РСВР на различных уровнях абстракции. РСВР с позиции пользователя. РСВР с позиции программиста. Архитектуры взаимодействия процессов



PCBP. Виды посылок данных в PCBP. Выбор транспортного протокола. Основные требования, предъявляемые к PCBP. Модели управления данными в PCBP. Распределенный граф сцены. Высокоуровневый протокол межпроцессного взаимодействия. Программная архитектура PCBP.. Мультисерверная архитектура: особенности, сравнение с клиент-серверной моделью. Виды параллелизма в мультисерверных архитектурах: зонирование, репликация и инстанцирование, стратегии выбора, комбинированный подход. Зонирование: способы разбиения пространства, проблема перемещения пользователей между зонами, балансировка нагрузки и миграция серверов между зонами.. Проблемы мультисерверной архитектуры. Децентрализованная архитектура: достоинства и недостатки, сравнение с другими архитектурами. Простейшая децентрализованная архитектура. Сложные децентрализованные архитектуры: основные принципы. Задачи при построении децентрализованных архитектур. Структурированные P2P-системы. Распределенные хэш-таблицы (Distributed Hash Table) - принципы маршрутизации данных. Примеры DHT: Chord и Pastry. SimMud: пример PCBP на основе DHT. Недостатки PCBP на основе структурированных P2P-систем. Неструктурированные P2P-системы, примеры: файлообменная сеть GNUtella. Применение неструктурированных оверлеев в PCBP: основные принципы. Обнаружение соседних пиров без тесселяции пространства: система pSense. Система Solipsis: свойство глобальной связности, алгоритм подключения к системе. Применение диаграммы Вороного для построения одноранговой сети: система VON. VON: процедуры подключения, перемещения, отключения. VON: поддержание связности сети. Модели пересылки данных в VON: прямая передача, VoroCast и FiboCast. Дальнейшее развитие децентрализованных PCBP и ДР: гибридная децентрализованная архитектура на основе диаграммы Вороного..

#### 4. Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности

4.1. Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности

Событийная модель распределенных вычислений в PCBP: допущения и определения. История вычислений, пространственно-временная диаграмма распределенных вычислений. Понятие параллельных (независимых) событий, логический и физический параллелизм. Состояние распределенной системы. Конусы будущего и прошлого для события, срез распределенного вычисления.. Подходы к определению понятия согласованности данных в PCBP. Причинно-следственная согласованность. Наблюдательная согласованность. Видовая согласованность. Метрики видовой согласованности. Частотный подход к определению согласованности. Задача обеспечения компромисса между согласованностью и чувствительностью. Факторы, влияющие на согласованность данных в PCBP. Латентность передачи данных. Источники латентности. Составляющие латентности в сети. Колебания латентности — джиттер. Пример влияния аппаратных ограничений на согласованность данных. Масштабируемость PCBP, информационный принцип..

#### 5. Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности

5.1. Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности

Подходы к обеспечению масштабируемости и согласованности данных в классических распределенных системах. Механизмы обеспечения согласованности данных в PCBP. Оптимизация протокола взаимодействия процессов PCBP. Пример: высокоуровневый протокол межпроцессного взаимодействия DVRP. Сообщения протокола DVRP. Схема

взаимодействия процессов по протоколу DVRRP. Принцип «избирательной согласованности» данных. Стратегии репликации атрибутов состояния объектов виртуального мира. Фильтрация данных в соответствии с их значимостью, пример. Фильтрация данных на основе механизма подписки. Методы предсказания (экстраполяции) состояний объектов виртуального мира. Адаптивный алгоритм предсказания состояния объекта. Пример: адаптивный метод предсказания, учитывающий динамику движения объекта. Методы предсказания состояния объекта и сжатия данных с позиции информационного принципа. Управление совместным доступом к состоянию виртуальной среды. Задача синхронизации часов в распределенных системах. Подходы, основанные на физическом и логическом времени. Алгоритм Кристиана. Алгоритм Беркли. Network Time Protocol. Отметки времени Лампорта, матричное время..

### 6. Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности

#### 6.1. Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности

Введение в сокет. TCP и UDP сокет. Разработка сетевых программ с использованием сокетов. Знакомство с библиотеками для разработки приложений трехмерной графики. Использование программного обеспечения промежуточного уровня для разработки PCBP. Знакомство с библиотекой TerraNet. Библиотека TerraNet как средство создания PCBP, возможности библиотеки. Разработка PCBP с помощью TerraNet. Пример инициализации библиотеки, операции над виртуальной средой, написание главного цикла приложения. Примеры..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов;
2. Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA;
3. Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности;
4. Основы разработки приложений трехмерной графики.

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в системы виртуальной и дополненной реальности"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
основы сетевого программирования с использованием сокетов	ИД-3ПК-3			+				Лабораторная работа/Разработка сетевых приложений на языке С++ с использованием сокетов
архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития	ИД-3ПК-3						+	Лабораторная работа/Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности
современные подходы к организации программ трехмерной графики;	ИД-3ПК-3				+			Лабораторная работа/Основы разработки приложений трехмерной графики
принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры	ИД-3ПК-3	+	+					Лабораторная работа/Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA
<b>Уметь:</b>								
разрабатывать распределенные системы имитационного моделирования с использованием доступных реализаций стандарта HLA	ИД-3ПК-3		+					Лабораторная работа/Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA
разрабатывать приложения трехмерной графики	ИД-3ПК-3				+			Лабораторная работа/Основы разработки приложений трехмерной графики
разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов	ИД-3ПК-3			+				Лабораторная работа/Разработка сетевых приложений на языке С++ с использованием сокетов
осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности	ИД-3ПК-3					+	+	Лабораторная работа/Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности (Лабораторная работа)
2. Основы разработки приложений трехмерной графики (Лабораторная работа)
3. Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов (Лабораторная работа)
4. Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №3)*

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе промежуточной аттестации (экзамена). Также учитываются результаты работы студента во время семестра на основе текущего контроля.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Харитонов, В. Ю. Сетевые механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности: 05.13.15 - Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети : диссертация кандидата технических наук / В. Ю. Харитонов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М., 2010 . – 185 с.  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=963](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=963);
2. Стин ван, М. Распределенные системы = Distributed Systems : пер. с англ. / М. Стин ван, Э. Таненбаум . – [3-е изд.] . – Москва : ДМК Пресс, 2021 . – 584 с. - Параллельн. тит. л. на англ. яз. - ISBN 978-5-97060-708-4 .;
3. Тель, Ж. Введение в распределенные алгоритмы : пер. с англ. / Ж. Тель . – М. : МЦНМО, 2009 . – 616 с. - ISBN 978-5-940575-15-3 .;
4. Топорков, В. В. Модели распределенных вычислений / В. В. Топорков . – М. : Физматлит, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-922104-95-0 .;
5. Стивенс, У. Р. UNIX разработка сетевых приложений : пер. с англ. / У. Р. Стивенс . – СПб. : Питер, 2003 . – 1088 с. – (Мастер - класс) . - ISBN 5-318-00535-7 .;
6. Сычев П. П.- "Программирование в Unix. Практикум", Издательство: "Государственный университет «Дубна»", Дубна, 2019 - (63 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/154517>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Visual Studio.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-306, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-505, Учебная аудитория каф. "ВМСС"	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-501, Учебная аудитория каф. "ВМСС"	стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-522/3, Компьютерный класс №1	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный	сервер, кондиционер

	зал ИВЦ	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-505, Учебная аудитория каф. "ВМСС"	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Е-522/3, Компьютерный класс №1	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-522/4, Компьютерный класс №2	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-522/6, Компьютерный класс №3	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный
	Е-522/9, Компьютерный класс №4	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС"	
	Е-504а, Кабинет сотрудников	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Распределенные системы виртуальной и дополненной реальности

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA (Лабораторная работа)
- КМ-2 Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов (Лабораторная работа)
- КМ-3 Основы разработки приложений трехмерной графики (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	2	6	10	14
1	Введение в системы виртуальной и дополненной реальности					
1.1	Введение в системы виртуальной и дополненной реальности		+			
2	Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности					
2.1	Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности		+			
3	Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности					
3.1	Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности			+		
4	Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности					
4.1	Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности				+	
5	Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности					
5.1	Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности					+
6	Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности					
6.1	Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности					+
Вес КМ, %:			20	25	25	30



