

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.09.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 32 часа;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Харитонов В.Ю.
	Идентификатор	Rcaae7151-KharitonovVY-5824394

В.Ю. Харитонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

С.В. Вишняков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

С.В. Вишняков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7dc

А.А.
Самокрутов

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-1 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию	ИД-3 _{ПК-1} Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	знать: - принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры; - архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития; - современные подходы к организации программ трехмерной графики;; - основы сетевого программирования с использованием сокетов. уметь: - разрабатывать приложения трехмерной графики; - разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов; - осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности; - 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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в системы виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите лабораторной работы 1 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 2 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 80-90
4	Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности	20	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности" в соответствии со списком литературы <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите лабораторной работы 2 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 3 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	распределенных систем виртуальной и дополненной реальности													Подготовка к защите лабораторной работы 4 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности" в соответствии со списком литературы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите лабораторной работы 3 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 4 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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		
	Всего за семестр	180.0	32	32	-	-	2	-	-	0.5	80	33.5		
	Итого за семестр	180.0	32	32	-	2	-	-	0.5	113.5				

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 мультисерверная 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..

б. 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 РСВР. Знакомство с библиотекой TerraNet. Библиотека TerraNet как средство создания РСВР, возможности библиотеки. Разработка РСВР 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. Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности;
2. Основы разработки приложений трехмерной графики;
3. Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов;
4. Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA.

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	
Знать:								
основы сетевого программирования с использованием сокетов	ИД-3ПК-1			+				Лабораторная работа/Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов
современные подходы к организации программ трехмерной графики;	ИД-3ПК-1				+			Лабораторная работа/Основы разработки приложений трехмерной графики
архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития	ИД-3ПК-1						+	Лабораторная работа/Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности
принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры	ИД-3ПК-1	+	+					Лабораторная работа/Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA
Уметь:								
разрабатывать распределенные системы имитационного моделирования с использованием доступных реализаций стандарта HLA	ИД-3ПК-1		+					Лабораторная работа/Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA
осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности	ИД-3ПК-1					+	+	Лабораторная работа/Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности
разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов	ИД-3ПК-1			+				Лабораторная работа/Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов
разрабатывать приложения трехмерной графики	ИД-3ПК-1				+			Лабораторная работа/Основы разработки приложений трехмерной графики

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://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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
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	3-504, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	3-602, Компьютерный класс каф. ВМСС	стол, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	3-504, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в

		Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	3-501, Кабинет сотрудников каф. "ВМСС"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-604, Склад	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет

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

