

**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.01.10.02  |
| <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 2025

**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-7b5e7df |

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 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием | знать:<br>- современные подходы к организации программ трехмерной графики;;<br>- архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития;<br>- основы сетевого программирования с использованием сокетов;<br>- принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры.<br><br>уметь:<br>- разрабатывать распределенные системы имитационного моделирования с использованием доступных реализаций стандарта HLA;<br>- осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности;<br>- разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов;<br>- разрабатывать приложения трехмерной графики. |

## **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<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[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<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 1<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[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<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 2<br><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<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[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<br><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<br>[2], стр. 378-397<br>[3], стр. 55-73<br>[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><br>Подготовка к защите лабораторной работы 2<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b><br>Подготовка к лабораторной работе 3<br><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<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 57-62,66-78,105-118<br>[2], стр. 318-341,342-349,406-419<br>[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<br><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<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы 3<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 4<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[5], стр. 34-179,216-303<br>[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..

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

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

## **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](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   |



