

**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**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Распределенные системы виртуальной и дополненной реальности**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

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

(подпись)

С.В.  
Вишняков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен осуществлять проектирование вычислительных комплексов и систем, включая разработку аппаратного, программного обеспечения, системную интеграцию, ввод в эксплуатацию

ИД-3 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	2	6	10	14
Введение в системы виртуальной и дополненной реальности					
Введение в системы виртуальной и дополненной реальности	+				
Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности					
Введение в распределенные системы виртуальной и дополненной реальности	+				
Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности					
Сетевая архитектура современных распределенных систем виртуальной реальности			+		
Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности					
Введение в распределенные вычисления и согласованность данных в распределенных системах виртуальной реальности				+	

Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности				
Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальной реальности				+
Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности				
Разработка распределенных систем виртуальной и дополненной реальности				+
Вес КМ:	20	25	25	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-3ПК-3 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	<p>Знать:</p> <p>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</p> <p>Уметь:</p> <p>осуществлять программные разработки в области распределенных</p>	<p>Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA (Лабораторная работа)</p> <p>Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов (Лабораторная работа)</p> <p>Основы разработки приложений трехмерной графики (Лабораторная работа)</p> <p>Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности (Лабораторная работа)</p>

		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	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Распределенное имитационное моделирование с использованием HLA

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 8 ак. ч. (6 ч). Проводится на 2-х занятиях, каждое по 4 ак.ч. Выполняется студентами самостоятельно на личных либо кафедральных ПК в соответствии с заданием.

#### Краткое содержание задания:

Данная работа ориентирована на изучение студентами стандарта имитационного моделирования HLA применительно к разработке распределенных систем виртуальной реальности. В ходе работы студенты знакомятся с одной из реализаций RTI (Run-time Infrastructure) и выполняют самостоятельное задание.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы распределенного имитационного моделирования с использованием высокоуровневой архитектуры	1. Назовите основные задачи распределенного имитационного моделирования 2. Какие существуют виды систем распределенного имитационного моделирования 3. Назовите подходы к управлению временем в распределенном имитационном моделировании
Уметь: разрабатывать распределенные системы имитационного моделирования с использованием доступных реализаций стандарта HLA	1. Назовите функции стандарта HLA, используемые для подключения федерата к федерации. 2. Каким образом объявляются объекты и атрибуты в рамках федерации HLA? 3. Как описать и опубликовать новый вид взаимодействия в рамках федерации HLA? 4. За что отвечают классы NullFederateAmbassador и RTIAmbassador?

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## КМ-2. Разработка сетевых приложений на языке C++ с использованием сокетов

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 8 ак. ч. (6 ч). Проводится на 2-х занятиях, каждое по 4 ак.ч. Выполняется студентами самостоятельно на личных либо кафедральных ПК в соответствии с заданием.

### Краткое содержание задания:

Данная работа знакомит студентов с основами разработки сетевых приложений с использованием сокетов. Рассматриваются потоковые (TCP) и дейтаграмные (UDP) сокет, разрабатываются сетевые приложения на языке C/C++ с применением клиент-серверной или децентрализованной архитектуры.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы сетевого программирования с использованием сокетов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите главные отличия потокового и дейтаграмного сокетов.</li><li>2. В чем разница между блокирующими и неблокирующими сокетами?</li><li>3. Назовите функции, необходимые для инициализации потокового соединения на стороне клиента и стороне сервера.</li><li>4. Для чего необходима функция select()?</li><li>5. За что отвечает порядок байт и какие функции преобразования порядка байт существуют?</li></ol>
Уметь: разрабатывать кроссплатформенные сетевые приложения с использованием сокетов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите функции отправки и приема данных с использованием сокетов.</li><li>2. Перечислите, какими способами можно организовать передачу данных клиент-сервер без блокировок?</li><li>3. Опишите алгоритм работы и основные функции сокетов, используемые при написании клиентского TCP приложения.</li><li>4. Опишите основные шаги и функции при работе с дейтаграмным сокетом.</li><li>5. Как перевести дейтаграмный сокет в широковещательный режим?</li></ol>

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-3. Основы разработки приложений трехмерной графики**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 8 ак. ч. (6 ч). Проводится на 2-х занятиях, каждое по 4 ак.ч. Выполняется студентами самостоятельно на личных либо кафедральных ПК в соответствии с заданием.

#### **Краткое содержание задания:**

В данной работе студенты знакомятся с принципами построения программных приложений трехмерной графики. Разрабатывается базовое приложение, реализующее вывод графического примитива на экран. Осуществляется знакомство с программным интерфейсом OpenGL и шейдерами.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные подходы к организации программ трехмерной графики;	1.Какие программные интерфейсы трехмерной графики существуют? 2.Назовите примеры готовых библиотек/движков для разработки приложений трехмерной графики? 3.Какие объективные показатели производительности приложений трехмерной графики существуют?
Уметь: разрабатывать приложения трехмерной графики	1.Опишите функции библиотеки glm для геометрических преобразований объектов. 2.Приведите пример простейшего геометрического шейдера и опишите его работу. 3.Приведите пример простейшего фрагментного шейдера и опишите его работу. 4.С помощью каких вызовов OpenGL можно описать пользовательский формат вершины для передачи в вершинный шейдер? 5.Для чего нужны uniform переменные?

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## КМ-4. Исследование принципов построения распределенной системы виртуальной реальности

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 8 ак. ч. (6 ч). Проводится на 2-х занятиях, каждое по 4 ак.ч. Выполняется студентами самостоятельно на личных либо кафедральных ПК в соответствии с заданием.

### Краткое содержание задания:

Практическое изучение принципов построения РСВР на примере библиотеки TerraNet. В процессе выполнения лабораторной работы студенты разрабатывают прототип распределенной системы виртуальной реальности.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: архитектурные принципы построения распределенных систем виртуальной и дополненной реальности, основные тенденции и перспективы их развития	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите основные блоки, входящие в состав типовой РСВР.</li><li>2. Перечислите основные факторы, влияющие на обеспечение согласованности данных в РСВР.</li><li>3. Назовите сходства и различия РСВР и классических распределенных систем.</li><li>4. В чем заключается компромисс между согласованностью данных и чувствительностью в РСВР?</li><li>5. Для чего применяется синхронизация часов в РСВР?</li></ol>
Уметь: осуществлять программные разработки в области распределенных систем виртуальной и дополненной реальности	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Каким образом можно создать объект виртуальной среды и сделать его видимым другим пользователям РСВР?</li><li>2. Какие атрибуты объекта используются для задания его положения, ориентации и масштаба. Как получить к ним доступ в TerraNet API?</li><li>3. Как описывается и обрабатывается взаимодействие (интеракция)?</li><li>4. Опишите основные шаги разработки контроллера движения объекта при использовании TerraNet API.</li></ol>

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Система виртуальной реальности. Свойства виртуальной реальности.
2. Подходы к обеспечению согласованности данных в классических распределенных системах.
3. Подходы к синхронизации времени в РСВР.

### Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме. Студент получает билет, содержащий 2-3 теоретических вопроса. После подготовки к ответу, студент устно отвечает на предложенные вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3пк-3 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

### Вопросы, задания

1. Система виртуальной реальности. Свойства виртуальной реальности.
2. Дополненная реальность, определения. Задачи, возникающие при разработке систем дополненной реальности.
3. Виды дисплеев дополненной реальности. Задача регистрации (трекинга) в дополненной реальности. Современные программные библиотеки дополненной реальности.
4. Распределенные системы виртуальной реальности (РСВР). Классификация по областям применения. Примеры РСВР.
5. Основные характеристики РСВР: согласованность и чувствительность. Компромисс между согласованностью данных и чувствительностью в РСВР.
6. Подходы к обеспечению согласованности данных в классических распределенных системах.
7. Событийная модель распределенных вычислений в РСВР. Причинно-следственная согласованность. Наблюдательная и видовая согласованность.
8. РСВР и ДР на основе мультисерверной архитектуры, особенности.
9. РСВР и ДР на основе децентрализованной архитектуры, особенности, современное состояние.
10. Высокоуровневая архитектура HLA. Стандарт IEEE 1516-2010.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что понимается под масштабируемостью РСВР?

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Способность системы сохранять свои функции и работоспособность при увеличении числа пользователей и расширении виртуальной среды.

2. Основные факторы, влияющие на обеспечение согласованности данных в РСВР.

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Латентность. Пропускная способность каналов передачи данных.  
Вычислительная мощность узла.

3. Как работает механизм подписки при распространении обновлений состояний объектов виртуального мира?

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Процессы РСВР, заинтересованные в получении обновлений состояний объектов, подписываются на сами объекты, либо заданные группы множественной рассылки, созданные по типу объектов, либо по признаку территориальной близости объектов.

4. В чем заключается компромисс между согласованностью данных и чувствительностью в РСВР?

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Необходимо использовать оптимистическую стратегию репликации данных, не дожидаясь их доставки до всех узлов системы, в то же время, стараться минимизировать объем передаваемых по сети данных с целью ускорения репликации данных и, тем самым, уменьшения времени нахождения системы в несогласованных состояниях.

5. В чем принципиальное различие в восприятии РСВР с позиции пользователя и программиста?

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Для пользователя РСВР должна быть целостной и неделимой и скрывать всю свою распределенную природу и подробности реализации. Для программиста РСВР есть множество взаимодействующих процессов. Программист определяет, как процессы взаимодействуют между собой, внутреннее представление, способ хранения, механизмы репликации данных, а также устройство процессов и как между ними разделяются функции по построению виртуальной среды.

6. Назовите основные составляющие латентности передачи данных.

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Сумма времен обработки сообщения на промежуточных и конечных узлах сети. Сумма времен передачи первого бита информации между каждой парой узлов на пути следования данных (определяется латентностью среды передачи данных). Сумму времен передачи всего сообщения между каждой парой узлов на пути следования данных (определяется пропускной способностью канала).

7. Опишите работу алгоритма Кристиана синхронизации часов.

Ответы:

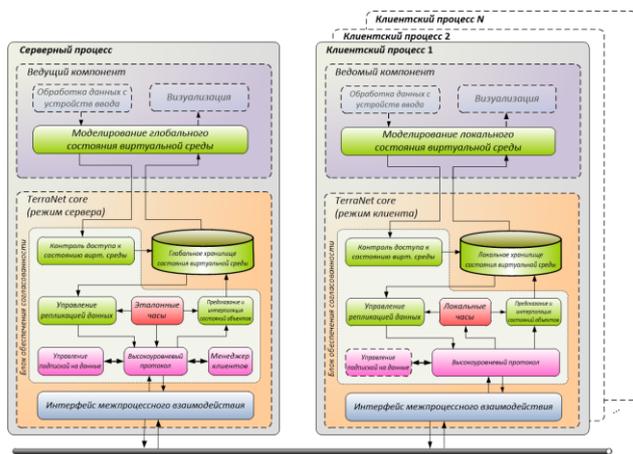
Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Клиент посылает запрос серверу времени, засекая момент времени отправки  $T_1$  по часам клиента. Сервер получает запрос клиента в момент времени  $T_2$  по своим часам. Сервер отвечает клиенту в момент времени  $T_3$  по своим часам. Клиент получает ответ о текущем времени сервера в момент времени  $T_4$  по часам клиента. Клиент корректирует свои часы на величину  $0.5 * (T_2 - T_1 + T_3 - T_4)$ .

8. Изобразите и опишите основные блоки, входящие в состав типовой РСВР.

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций



Верный ответ: Необходимо назвать основные блоки, изображенные на рисунке.

9. В чем заключается принцип «избирательной согласованности» данных?

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Динамический выбор параметров состояния объектов виртуальной среды, подлежащих репликации. Управление частотой репликации атрибутов на основе задаваемых стратегий. Применение упрощенных моделей объектов на процессах-приемниках данных при одновременном использовании методов предсказания состояния объектов.

10. Перечислите основные способы минимизации объемов передаваемых в РСВР данных.

Ответы:

Ответ следует из материалов лекций

Верный ответ: Оптимизация протокола взаимодействия, включая сжатие данных. Фильтрация данных в соответствии с их значимостью. Предсказание состояний объектов. Динамическое распределение состояния виртуальной среды между несколькими серверами. Использование множественной рассылки.

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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