

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

декабря 2017 г.

Программа аспирантуры

Направление 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

Направленность (специальность) 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Распределённые системы виртуальных миров»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часов

Семестр 5, в том числе 6 часов – контактная работа,  
48 часов – самостоятельная работа,  
18 часов – контроль

Москва 2017

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 875, и паспорта специальности, 05.13.15 Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети, указанной в номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью** изучения дисциплины является изучение принципов построения распределенных систем виртуальных миров.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение существующих распределенных систем виртуальных миров, основных их типов и архитектурных особенностей;
- знакомство с архитектурой и технологическими принципами построения распределенных систем виртуальных миров;
- изучение механизмов обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальных миров;
- изучение программных основ построения распределенных систем виртуальных миров.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5);
- Умение самостоятельно разрабатывать аппаратные или программные средства вычислительной техники (ПК-1);
- Знание современных теоретических и экспериментальных методов исследования и анализа современных вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (ПК-2);

- Умение пользоваться методами и средствами эффективного использования вычислительной техники и компьютерных сетей (ПК-5).

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **знать:**

- архитектуру, методы и технологии, используемые при анализе и построении современных распределенных систем виртуальных миров (ПК-2);
- механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальных миров (ПК-5);
- этические нормы при взаимодействии пользователей в рамках распределенных виртуальных миров (УК-5);

### **уметь:**

- производить проектирование и комплексные исследования в междисциплинарных областях (УК-2);
- производить разработку распределенных приложений виртуальной реальности с использованием современных языков высокого уровня (ПК-1);
- применять алгоритмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальных миров (ПК-5);
- использовать современные информационно-коммуникационные технологии для проведения научных исследований (ОПК-2);

### **владеть:**

- навыками программирования современных параллельных вычислительных архитектур (ПК-1);
- современными методами отладки распределенных компьютерных программ на языках высокого уровня (ПК-5);
- методами объективной оценки результатов мировых исследований и разработок в области создания распределенных систем виртуальных миров (ОПК-5);

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***1. Введение в распределенные системы виртуальных миров***

Понятие виртуальной реальности. Система виртуальной реальности. Свойства виртуальной реальности. Развитие систем виртуальной реальности.

Области применения систем виртуальной реальности. Классификация систем виртуальной реальности. Распределенные системы виртуальной реальности (РСВР). Терминология. Синонимы понятия РСВР. Аппаратные средства, используемые при построении РСВР. Обобщенное представление РСВР. Сравнение РСВР с классическими распределенными системами. Типизация РСВР. Тренажерные РСВР. Сетевые виртуальные среды. Многопользовательские сетевые компьютерные игры. Распределенные системы виртуальных миров, метаверсы. Основные задачи при создании РСВР. Трудности на пути создания РСВР.

## ***2. Архитектура распределенных систем виртуальных миров***

Представление РСВР на различных уровнях абстракции. РСВР с позиции пользователя. РСВР с позиции программиста. Схемы взаимодействия процессов РСВР. Виды посылок данных в РСВР. Основные требования, предъявляемые к РСВР. Модели управления данными в РСВР. Распределенный граф сцены. Высокоуровневый протокол межпроцессного взаимодействия. Программная архитектура РСВР.

## ***3. Согласованность данных в распределенных системах виртуальных миров***

Событийная модель распределенных вычислений в РСВР. Подходы к определению понятия согласованности данных в РСВР. 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 РСВР. Латентность передачи данных. Источники латентности. Составляющие латентности в сети. Колебания латентности — джиттер. Пример влияния аппаратных ограничений на согласованность данных. Масштабируемость РСВР. Информационный принцип Майкла Зиды.

## ***4. Механизмы обеспечения согласованности данных в распределенных системах виртуальных миров***

Подходы к обеспечению согласованности данных в классических распределенных системах. Механизмы обеспечения согласованности данных в РСВР. Оптимизация протокола взаимодействия процессов РСВР. Пример: высокоуровневый протокол межпроцессного взаимодействия DVRP. Сообщения протокола DVRP. Схема взаимодействия процессов по протоколу DVRP. 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. Предсказание состояний объектов виртуального мира. Методы предсказания состояний объектов. Адаптивный алгоритм предсказания состояния объекта. Методы предсказания состояния объекта и сжатия данных с позиции информационного принципа. Распределенные виртуальные миры на основе мультисерверной архитектуры, особенности. Распределенные виртуальные миры

на основе одноранговой (пиринговой) архитектуры. 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.

### ***5. Примеры распределенных систем виртуальных миров***

Использование программного обеспечения промежуточного уровня для разработки РСВР. Знакомство с библиотекой TerraNet. Библиотека TerraNet как средство создания РСВР, возможности библиотеки, написание программных приложений с помощью РСВР. Пример инициализации библиотеки, операции над виртуальной средой, написание главного цикла приложения. Использование РСВР в распределенном моделировании виртуальных миров. Распределенные ГИС-системы. Распределенные тренажерные системы. Архитектура современного авиатренажера. Высокоуровневая архитектура HLA. Стандарт IEEE 1516.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5-й семестр – дифференцированный зачет.

### **Вопросы для самоконтроля и проведения зачета**

1. Система виртуальной реальности. Свойства виртуальной реальности.(ПК-2)
2. Распределенные системы виртуальной реальности (РСВР). Примеры РСВР.(ПК-2)
3. В чем заключается компромисс между согласованностью данных и чувствительностью в РСВР? (ПК-5)
4. Подходы к обеспечению согласованности данных в классических распределенных системах. (ПК-5)
5. Назовите сходства и различия РСВР и классических распределенных систем. (ПК-2)
6. Событийная модель распределенных вычислений в РСВР. Причинно-следственная согласованность. Наблюдательная и видовая согласованность. (ПК-5)
7. Перечислите основные факторы, влияющие на обеспечение согласованности данных в РСВР. (ПК-5)
8. Что понимается под масштабируемостью РСВР?(ОПК-2)
9. В чем принципиальное различие в восприятии РСВР с позиции пользователя и программиста? (УК-2)
10. Какие трудности возникают при разработке РСВР?(ПК-1)
11. Назовите основные составляющие латентности передачи данных. (ПК-2)
12. Сетевые ограничения, влияющие на согласованность данных в РСВР. Латентность и джиттер. (ПК-5)

13. Как работает механизм подписки при распространении обновлений состояний объектов виртуального мира.(ПК-1)
14. Для чего применяется синхронизация часов в РСВР?(ПК-2)
15. Опишите работу алгоритма Кристиана синхронизации часов. (ПК-5)
16. Назовите основные блоки, входящие в состав типовой РСВР. (ПК-2)
17. Распределенные виртуальные миры на основе мультисерверной архитектуры, особенности. Управление совместным доступом к состоянию виртуальной среды. (ПК-5)
18. Распределенные виртуальные миры на основе одноранговой (пиринговой) архитектуры. (ПК-5)
19. В чем заключается принцип «избирательной согласованности» данных? (ПК-2)
20. Перечислите основные способы минимизации объемов передаваемых в РСВР данных. (ПК-5)
21. Перечислите основные подходы к определению понятия согласованности данных в РСВР. (ПК-5)
22. Предсказание состояний объектов виртуального мира. Адаптивный алгоритм предсказания состояния объекта. (ПК-1)
23. Распределенные тренажерные системы. Архитектура современного авиатренажера. (ПК-2)
24. Высокоуровневая архитектура HLA. Стандарт IEEE 1516. (ПК-2)

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература:**

1. Таненбаум Э. Компьютерные сети: пер. с англ. / Э. Таненбаум . – 4-е изд . – СПб. : Питер, 2011 . ISBN 978-5-318-00492-6 .
2. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина . – 4-е изд . – СПб. : Питер, 2011 . – 560 с. ISBN 978-5-49807-875-5 .
3. Олифер, В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие для вузов. СПб.: Питер, 2011. ISBN: 978-5-49807-389-7

### **Дополнительная литература:**

4. Тель, Ж. Введение в распределенные алгоритмы : пер. с англ. / Ж. Тель . – М. : МЦНМО, 2009 . – 616 с. - ISBN 978-5-940575-15-3 .
5. Топорков, В.В. Модели распределенных вычислений / В. В. Топорков . – М. : Физматлит, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-922104-95-0 .
6. Глушань, В. М. Распределенные САПР. Архитектура и возможности / В. М. Глушань, П. В. Лаврик . – Старый Оскол : ТНТ, 2014 . – 188 с. – ISBN 978-5-94178-438-7.
7. Шикин, Е. В. Компьютерная графика: Полигональные модели / Е. В. Шикин, А. В. Боресков . – М. : Диалог-МИФИ, 2000 . – 461 с. - ISBN 5-86404-139-4.