

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра физико-технической информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.О. Афанасьев, д-р физ.-мат. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры физико-технической информатики 24.03.2021

Аннотация

В курсе рассматриваются вопросы ситуационного моделирования в рамках концепции ситуационной осведомленности («Situational Awareness») и возможности применения Situational Awareness с использованием средств интерфейса виртуальной реальности.

Обучающиеся знакомятся с математическими методами, лежащими в основе методов и алгоритмов синтеза изображений 3D-объектов и сцен, моделирования поведения и взаимодействия 3D-объектов с динамической структурой. Изучаются модели, методы и алгоритмы высокоточной бинокулярной 3D-визуализации. Рассматриваются подходы к разработке программного обеспечения распределенных систем виртуальной реальности и телеприсутствия.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью дисциплины «Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования» является формирование и развитие знания математического аппарата вычислительной геометрии, на котором базируются методы формирования 2D-изображений 3D-объектов; формирование систематизированного представления об алгоритмах формирования изображений; получение знаний теоретических основ разработки программного обеспечения интерактивных систем 3D-визуализации, включая основы создания графического ядра системы визуализации, а также основ проектирования и разработки распределённых систем 3D-визуализации.

Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования» являются:

- формирование знаний на уровне представлений: о методологии и подходах к созданию математического и программного обеспечения систем виртуальной реальности (Virtual Reality) и ситуационной осведомлённости (Situational Awareness); о принципах функционирования основных отделов зрительного анализатора человека и формирования в ЦНС человека зрительного образа 3D-среды; о проблематике исследований и разработок математического и программного обеспечения систем виртуальной реальности и ситуационной осведомлённости.
- формирование знаний на уровне воспроизведения: основных классов методов и алгоритмов, используемых при синтезе изображений; объектно-ориентированных паттернов проектирования программного обеспечения 3D-визуализации; основных классов современных технологий разработки распределённых систем визуализации; свойств и возможностей коммуникационных протоколов и моделей данных для моделирования поведения 3D-объектов сложной структуры.
- формирование знаний на уровне понимания: постановок основных задач вычислительной геометрии, методов и подходов к их решению; свойств аффинных и проективных преобразований на плоскости и в пространстве; методов и алгоритмов построения изображений; методов описания и моделирования структур 3D-объектов; методов и алгоритмов моделирования и визуализации поведения, и взаимодействия 3D-объектов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки

	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- определения и понятия систем виртуального окружения ситуационного моделирования ситуационной осведомлённости;
- структуру процесса формирования ситуационной осведомлённости;
- определение и понятие интерфейса человеко-машинной системы;
- представления о функционировании зрительного анализатора человека;
- представление о структуре процесса 3D-визуализации в системах виртуальной реальности;
- подходы к построению редуцированных оптико-геометрических моделей камерного глаза и бинокулярной зрительной системы человека;
- современные представления о процессах формирования у человека объёмного образа окружающей среды на основе бинокулярного восприятия;
- математический аппарат аффинной и проективной геометрии;
- особенности использования математического аппарата аналитической геометрии и линейной алгебры в задачах вычислений для синтеза изображений;
- способы описания поверхности в контексте задачи 3D-визуализации, принципы и методы решения задачи восполнения поверхностей;
- существующие подходы (с описанием их достоинств и недостатков) к описанию геометрических 3D-примитивов;
- принцип действия и назначение растеризации;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритма z-буфера;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритмов трассировки лучей, современные представления об организации и аппаратной поддержке алгоритмов трассировки лучей;
- постановку и подходы к решению геометрической задачи трассировки неплоских поверхностей, в том числе заданных в параметрической форме;
- математические основы, подходы к реализации и возможности CSG-операций;
- математические основы описания структуры поверхностей виртуальных 3D-объектов и управления формой поверхностей виртуальных 3D-объектов;
- оптико-физические основы и существующие подходы к вычислениям BRDF;
- принципы организации, основные возможности, достоинства и недостатки стереоскопической визуализации виртуальных 3D-объектов;
- артефакты моно- и стереоскопической визуализации;
- существующие и перспективные подходы к сепарации полей стереопары, принципы устройства и функционирования различных видов стереоскопического интерфейса;
- принципы построения оптико-геометрических моделей видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы, подходы и основы методологии создания API для создания видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы;
- основы методологии ООП применительно к задачам создания систем 3D-визуализации;
- основы методологии создания распределённых систем 3D-визуализации.

уметь:

Применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, уравнений математической физики, архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; основы архитектуры операционных систем, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях; основы архитектуры параллельных вычислительных систем.

владеть:

- методами математического описания, управления формой и построения изображений проекций поверхностей 3D-объектов;
- методологией разработки математического и программного обеспечения графического ядра системы 3D-визуализации (системы рендеринга);
- методологией разработки математического и программного обеспечения стереоскопического видеоинтерфейса для интерактивных систем 3D-визуализации.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Системы виртуального окружения и ситуационное моделирование	2	2		8
2	Геометрические основы 3D-визуализации	6	6		8
3	Алгоритмы 3D-визуализации	6	6		4
4	Основы разработки программно-математического обеспечения (ПМО) графической подсистемы системы виртуального окружения (ВО)	12	12		8
5	Особенности проектирования и разработки ПМО распределённых систем ВО	4	4		2
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

1. Системы виртуального окружения и ситуационное моделирование

Системы искусственного интеллекта и виртуальной реальности (исторический аспект): логические устройства и функции алгебры логики; теория автоматов; машины Тьюринга; гиомат Пospelова-Пушкина. Situational Awareness и ситуационное моделирование. Уровни SA. Интерфейс человеко-машинной системы. Представление о системе виртуального окружения (ВО) и индуцированного виртуального окружения (ИВО).

2. Геометрические основы 3D-визуализации

Аффинные и проективные преобразования на плоскости и в пространстве. Основные классы проецирования на плоскость. Типовые примеры выполнения аффинных преобразований. Элементарные алгоритмы определения взаимного положения точек, прямых и плоскостей. Классические алгоритмы компьютерной графики. Множества, оболочки и связанные с ними алгоритмы компьютерной графики. Подходы к описанию и визуализации поверхностей. Зрительное восприятие объёма и геометрические основы бинокулярного зрения.

3. Алгоритмы 3D-визуализации

Базовые алгоритмы (удаление невидимых линий и поверхностей). Алгоритмы Z-буфера. Алгоритмы трассировки. Обратная трассировка лучей (ОТЛ). Обратная трассировка полигональных и составных полиморфных поверхностей. CSG-операции. Точка встречи луча с поверхностью и связанные с ней задачи. Подходы к расчёту глобальной освещённости в точке встречи.

4. Основы разработки программно-математического обеспечения (ПМО) графической подсистемы системы виртуального окружения (ВО)

Структура системы ВО и основные задачи разработки ПМО. Графическое ядро и 3D-модели виртуальных объектов. Интенсивное введение в теорию деревьев. Моделирование структур и поведения 3D-объектов с помощью деревьев. Объектно-ориентированное проектирование программных систем ВО. Язык и паттерны проектирования программного кода для наиболее важных задач 3D-визуализации. Особенности жизненного цикла объектов в программных системах ВО. Полиморфизм в задачах проектирования и разработки ПМО 3D-визуализации. Проектирование средств создания виртуальных объектов. Моделирование и управление сложными видами поведения виртуальных объектов. Модель данных для описания состояния виртуальной средой и управления её объектами.

5. Особенности проектирования и разработки ПМО распределённых систем ВО

Модель взаимодействия «клиент сервер», коммуникационный протокол и API для разработки распределённых приложений. Основные классы современных технологий разработки распределённых систем и их возможности в контексте систем ВО. Архитектура распределённой системы ВО, задачи и логика функционирования основных слоёв системы. Интерактивная 3D-визуализация.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная меловой доской или White Board, компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учебник. - 13-е изд., испр.-СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 448с.:ил. – ISBN 978-5-8114-1844-2.
2. Тер-Криков А.А., Шабунин М.И. Курс математического анализа. Учебное пособие. Бином, Лаборатория знаний, ЛКИ, 2017. – 672с. – ISBN 978-5-00101-039-5.
3. В.О.Афанасьев, С.В.Клименко. Основы математического и программного обеспечения систем 3D-визуализации виртуального окружения. Учебное пособие для студентов вузов. М., МФТИ, 2014. 245 с.

Дополнительная литература

1. Курант Р., Роббинс Г. Что такое математика? – 5-е изд., исправленное М.: МЦНМО, 2010.- 568с.
2. Общая психология: в 7-ми томах: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ под ред. Б.С. Братуся. Т 2: Ощущение и восприятие/ А.Н. Гусев. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 416 с.
3. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного программирования. Паттерны проектирования.- СПб.: Питер, 2014.- 366с.
4. Эндрюс Г.Э. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования: Пер. с англ.-М.: Издательский дом «Вильямс», 2013.-512с.
5. Раушенбах Б.В. Геометрия картины и зрительное восприятие. – М.: «РИПОЛ классик», 2018. – 315с. – ISBN 978-5-386-10843-4.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.opengl.org/sdk/docs/man/> - Описание функций OpenGL
2. <http://www.opengl.org/registry/doc/glspec44.core.pdf> - Спецификация OpenGL
3. <http://www.opengl.org/registry/doc/GLSLangSpec.4.40.pdf> - Спецификация GLSL.

4. <http://www.khronos.org/files/opengl44-quick-reference-card.pdf> - Ссылки OpenGL/GLSL
5. <https://developer.nvidia.com> – портал поддержки разработчиков ПО 3D-визуализации.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

В процессе самостоятельной работы обучающихся предполагается использование таких программных средств, как OpenGL, Vulkan, Blender и др.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к практическим занятиям, выполнение нескольких индивидуальных домашних заданий.

Промежуточный контроль знаний проводится в виде опросов по теории. Кроме этого в ходе освоения курса студент может выполнить инициативный проект, содержащий несколько взаимосвязанных заданий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра физико-технической информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	В.О. Афанасьев, д-р физ.-мат. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Системы виртуального окружения и ситуационного моделирования» обучающийся должен:

знать:

- определения и понятия систем виртуального окружения ситуационного моделирования ситуационной осведомлённости;
- структуру процесса формирования ситуационной осведомлённости;
- определение и понятие интерфейса человеко-машинной системы;
- представления о функционировании зрительного анализатора человека;
- представление о структуре процесса 3D-визуализации в системах виртуальной реальности;
- подходы к построению редуцированных оптико-геометрических моделей камерного глаза и бинокулярной зрительной системы человека;
- современные представления о процессах формирования у человека объёмного образа окружающей среды на основе бинокулярного восприятия;
- математический аппарат аффинной и проективной геометрии;
- особенности использования математического аппарата аналитической геометрии и линейной алгебры в задачах вычислений для синтеза изображений;
- способы описания поверхности в контексте задачи 3D-визуализации, принципы и методы решения задачи восполнения поверхностей;
- существующие подходы (с описанием их достоинств и недостатков) к описанию геометрических 3D-примитивов;
- принцип действия и назначение растеризации;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритма z-буфера;
- принципы работы, аппаратной поддержки, возможности, достоинства и недостатки алгоритмов трассировки лучей, современные представления об организации и аппаратной поддержке алгоритмов трассировки лучей;
- постановку и подходы к решению геометрической задачи трассировки неплоских поверхностей, в том числе заданных в параметрической форме;
- математические основы, подходы к реализации и возможности CSG-операций;
- математические основы описания структуры поверхностей виртуальных 3D-объектов и управления формой поверхностей виртуальных 3D-объектов;
- оптико-физические основы и существующие подходы к вычислениям BRDF;
- принципы организации, основные возможности, достоинства и недостатки стереоскопической визуализации виртуальных 3D-объектов;
- артефакты моно- и стереоскопической визуализации;
- существующие и перспективные подходы к сепарации полей стереопары, принципы устройства и функционирования различных видов стереоскопического интерфейса;
- принципы построения оптико-геометрических моделей видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы, подходы и основы методологии создания API для создания видеоинтерфейса с большим числом степеней свободы;
- основы методологии ООП применительно к задачам создания систем 3D-визуализации;
- основы методологии создания распределённых систем 3D-визуализации.

уметь:

Применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, уравнений математической физики, архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; основы архитектуры операционных систем, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях; основы архитектуры параллельных вычислительных систем.

владеть:

- методами математического описания, управления формой и построения изображений проекций поверхностей 3D-объектов;
- методологией разработки математического и программного обеспечения графического ядра системы 3D-визуализации (системы рендеринга);
- методологией разработки математического и программного обеспечения стереоскопического видеоинтерфейса для интерактивных систем 3D-визуализации.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Темы для индивидуальных заданий:

1. Системы виртуального окружения и ситуационное моделирование

2. Геометрические основы 3D-визуализации
3. Алгоритмы 3D-визуализации
4. Основы разработки программно-математического обеспечения (ПМО) графической подсистемы системы виртуального окружения (ВО)
5. Основы проектирования и разработки ПМО распределённых систем ВО

За каждое задание студент получает оценку в соответствии с таблицей критерия оценивания. Результаты оценки заданий могут быть учтены в результирующей оценке по курсу.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета в 8-м семестре:

По теме 1. Системы виртуального окружения и ситуационное моделирование

1. Определения и понятия системы виртуальной реальности (виртуального окружения) и системы визуализации индуцированной виртуальной среды (системы индуцированного виртуального окружения), их сходство и отличия.
2. Ситуационное моделирование и ситуационная осведомлённость. Понятия, предметные области; уровни процесса формирования ситуационной осведомлённости.
3. Человеко-машинная система. Интерфейс человеко-машинной системы.
4. Зрительный анализатор человека и его отделы; особенности функционирования сенсорного отдела зрительного анализатора человека; психо-физиологические основы восприятия движения человеком.
5. Принципы функционирования системы 3D-визуализации.

По теме 2. Геометрические основы 3D-визуализации

1. Аффинные преобразования и их матрицы.
2. Понятие несобственной точки на плоскости и её координатное представление.
3. Однородные координаты.
4. Перспективная проекция и перспективное преобразование. Координаты несобственных точек и точек схода.
5. Формы описания прямой и плоскости. Миграция между формами описания прямой и плоскости.

По теме 3. Алгоритмы 3D-визуализации

1. Определение поверхности. Способы задания поверхности. Понятия точки поверхности, носителя точки поверхности и носителя поверхности. Эквивалентные отображения замыкания плоской области в R^3 .
2. Неявная поверхность. Уравнения касательной плоскости и единичного вектора нормали для заданной точки неявной поверхности.
3. Задача восполнения поверхности. Подход к восполнению поверхностей. Сплайновые поверхности. Триангуляция.
4. Алгоритм Z-буфера. Его организация, достоинства и недостатки.
5. Алгоритм обратной трассировки лучей, его организация, достоинства и недостатки.
6. Расчёт глобальной освещённости. BRDF и её приближённое вычисление на основе 3-х и 5-ти компонент.
7. Принципы организации CSG-операций в алгоритме обратной трассировки.
8. Алгоритм отсекаателя Сайруса-Бека на плоскости и в пространстве.

По теме 4. Основы разработки программно-математического обеспечения (ПМО) графической подсистемы системы виртуального окружения (ВО)

1. Понятия «виртуальная реальность», «виртуальное окружение», «индуцированная виртуальная среда». Системы виртуальной реальности и виртуального окружения.
2. Понятие иерархической структуры, декомпозиции, структурного дерева. Связь между этими понятиями. Рекурсивный обход дерева структуры и формулы ортогональных преобразований для координатных фреймов узлов дерева.

3. Структура и кинематическая системы 3D-объекта. Основные принципы использования структуры 3D-объекта для управления его формой.
4. Иерархические структуры с переменным отношением порядка (RTR-структуры и связанные RTR-списки). Семантика нагрузки в RTR-деревьях. Семантика изменения отношения порядка в RTR-деревьях.
5. Эволюция парадигм создания сложных программных систем. Процедурное, структурное и объектно-ориентированное программирование. Основной критерий эффективности ООП.
6. Основные составляющие объектно-ориентированного подхода (абстракция, инкапсуляция, полиморфизм, типизация, параллелизм, сохраняемость).
7. Абстракция и абстрагирование в ООП. Понятие инкапсуляции. Принципы реализации инкапсуляции. Понятие полиморфизма. Виды полиморфизма.
8. UML. Нотация UML. Основные синтаксические компоненты.
9. Виды отношений между объектами в ООП (наследование, агрегация, композиция, ассоциация) и их описание средствами UML.
10. Понятие паттерна проектирования. GOF-паттерны и их классификация.
11. Семейство паттернов «Factory».
12. Паттерн «Bridge» (структура, мотивация, участники, UML-диаграммы).
13. Паттерн «Builder» (структура, мотивация, участники, UML-диаграммы).
14. Композиция паттернов «Factory», «Bridge» и «Builder» при проектировании кода обработки описания и развёртывания составной полиморфной поверхности.
15. Представление обычных связанных списков средствами UML. Представление связанных RTR-списков средствами UML.

По теме 5. Основы проектирования и разработки ПМО распределённых систем ВО

1. Распределённые системы виртуальной реальности; архитектура и топология распределённой системы виртуального окружения (СВО); основные фазы моделирования и формирования изображения виртуальной среды в распределённой СВО.
2. Основные функции серверного, клиентского и промежуточного звеньев в распределённой СВО.
3. Модели данных для описания состояния объектов СВО. Особенности моделей данных для транспортировки состояния объектов «над протоколами» UDP и TCP.
4. Понятие кадра состояния в СВО, основные классы для описания поведения моделей объектов в ИВС; подходы к поддержке состояния на прикладном уровне при ненадёжной доставке данных о состоянии.
5. Модели поведения объектов СВО для серверного и клиентского и промежуточного звеньев; подходы к моделированию поведения 3D-объектов в распределённой СВО при ненадёжной доставке данных о состоянии.

Критерии оценивания

отлично(10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

отлично(9) выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично(8) выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо(7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо(6) выставляется студенту, если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо(5) выставляется студенту, если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

удовлетворительно(4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

удовлетворительно(3) выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

неудовлетворительно(2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

неудовлетворительно(1) выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также средствами разработки, отладки и демонстрации работы программного кода (Visual Studio и др.).

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам сдачи заданий и путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.