

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Компьютерная графика

Кафедра дискретной математики и информатики  
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа  
**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Направленность (профиль) программы  
Информатика и компьютерные науки

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Компьютерная графика» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень бакалавриата)

от «23» августа 2017 г. № 808.

Разработчик: доцент кафедры дискретной математики и информатики, канд. физ.-мат. наук, Раджабова Н. Ш.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры дискретной математики и информатики от «30» мая 2021 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой Магомедов А.М.  
(подпись)

и  
на заседании Методической комиссии ФМиКН от

«23» июня 2021г., протокол № 6.

Председатель В.Д. Бейбалаев  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « » 2021 г.

Начальник УМУ Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 – Прикладная математика и информатика.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины относится к области деятельности, в которой компьютеры наряду со специальным программным обеспечением используются как для создания и редактирования изображений, так и для оцифровки информации, полученной из реального мира, с целью дальнейшей её обработки.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональной – ОПК-1; профессиональной – ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля текущей успеваемости в форме контрольного проекта и коллоквиума и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины – 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации			
6	180	22	44				78+36	экзамен

#### 1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение базовых методов 2- и 3-трехмерной графики. Актуальность выбранной тематики обусловлена практически повсеместным использованием 2- и 3-мерной графики в различных отраслях и сферах деятельности прикладной математики, овладение данной программой становится все более актуальным для полноценного образования бакалавра по специальности 02.03.02.

Целями изучения дисциплины являются также:

- расширение диапазона специальностей, по которым академический бакалавр может трудоустроиться в данном регионе (РД);
- освоение интерфейса программы, свободное владение способами его конфигурирования;
- выстроить правильную парадигму изучения компьютерной графики;
- создание умений и навыков относительно свободного применения трехмерной графики в широком диапазоне: от рекламных роликов и киноиндустрии до дизайна интерьера и производства компьютерных игр;
- углубление понимания глубоких внутренних связей между дисциплинами фундаментальной математики и компьютерной графики (например, при изучении сплайновых модификаторов), физикой и компьютерной графикой и др.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в обязательную часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Успешному изучению дисциплины способствуют, помимо знаний, полученных в процессе изучения дисциплин компьютерных наук в течение 1-2 курсов, в особенности -- компьютерно-графические представления, выработанные при изучении пакета прикладных программ. Из предшествующего изучения фундаментальных и общематематических дисциплин, в наибольшей степени востребованы «Математический анализ», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия», «Пакеты прикладных программ», «Численные методы».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются, закрепляются и развиваются при проведении практики, выполнении ВКР.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, Базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию.	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в	Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.

		области математических дисциплин.	
	<p><b>ОПК-1.2.</b> Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.</p>	<p>Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук.</p> <p>Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук.</p> <p>Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок.</p>	<p>Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.</p>
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет.</p> <p>Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научно-образовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях и в деятельности педагога.</p> <p>Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	<p>Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.</p>

<p><b>ПК-4.</b> Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии.</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Знает современные языки программирования и методы параллельной обработки данных. Знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.</p>	<p><i>Знает:</i> современные образовательные и информационные технологии, информационные системы и ресурсы;</p> <p><i>Умеет:</i> находить, классифицировать и использовать информационные интернет-технологии, базы данных, web-ресурсы, специализированное программное обеспечение для получения новых научных и профессиональных знаний;</p> <p><i>Владеет:</i> знаниями в области современных технологий, баз данных, web-ресурсов, специализированного программного обеспечения и т.п. и их практическим применением;</p>	<p>Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.</p>
	<p><b>ПК-4.2.</b> Умеет реализовывать численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии.</p>	<p><i>Знает:</i> принципы разработки алгоритмов;</p> <p><i>Умеет:</i> разрабатывать ясные и надежные алгоритмы для несложных задач;</p> <p><i>Владеет:</i> навыками разработки алгоритмов и программ</p>	<p>Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.</p>
	<p><b>ПК-4.3.</b> Имеет практический опыт разработки интеграции информационных систем.</p>	<p><i>Знает:</i> принципы разработки алгоритмов в области системного и прикладного программирования;</p> <p><i>Умеет</i> разрабатывать простые элементы образовательного контента</p> <p><i>Владеет:</i> основными приемами тестирования</p>	<p>Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа с графическими программами 3D-моделирования. Изучение лекционного материала.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1 Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2 Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы контроля успеваемости
				Всего	Лек	Лаб	Сам.	
<b>Модуль 1. Математические и алгоритмические основы компьютерной графики</b>								
1	Визуализация изображений	6	1	12	2	4	6	опрос
2	Координатный метод.	6	2	12	2	4	6	опрос
3	Методы и алгоритмы 3-мерной графики.	6	3	12	2	4	6	выполнение проекта
<b>Итого по модулю 1</b>				<b>36</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	
<b>Модуль 2. Введение в WebGL</b>								
4	Рендеринг 3D-графики с помощью OpenGL (WebGL)	6	4	12	2	4	6	опрос
5	Структура WebGL-приложения	6	5	12	2	4	6	выполнение проекта
6	Шейдеры	6	6	12	2	4	6	
<b>Итого по модулю 2</b>				<b>36</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	
<b>Модуль 3. Библиотека Three.js</b>								
7	Введение в Three.js	6	7		2	4	6	опрос
8	Класс Object3D	6	8		2	4	6	выполнение проекта
9	Преобразования в Three.js	6	9		2	4	6	опрос
<b>Итого по модулю 3</b>					<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	выполнение проекта
<b>Модуль 4. Освещение и материалы в Three.js</b>								
10	Освещение	6	10		2	4	8	опрос

11	Материалы	6	11		2	2	8	выполнение проекта
12	Смешивание, туман	6	12			2	8	опрос
	<b>Итого по модулю 4</b>				<b>4</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	выполнение проекта
	Подготовка к экзамену						36	выполнение проекта
	<b>ИТОГО</b>			<b>180</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>78+36</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Модуль 1. Математические и алгоритмические основы компьютерной графики

Тема 1. Математические основы. Визуализация изображений. Растровые изображения, их характеристики. Цветовые модели, методы улучшения растровых изображений.

Тема 2. Координатный метод. Аффинное преобразование. Проекция. Отображение в окне. Базовые растровые алгоритмы

Тема 3. Методы и алгоритмы 3-мерной графики. Модели описания поверхностей: аналитическая модель, векторная полигональная модель, воксельная модель. Неравномерная сетка, изолинии. Преобразование моделей описания поверхностей. Визуализация объемных поверхностей. Показ с удалением невидимых линий.

##### Модуль 2. Введение в WebGL

Тема 1. Рендеринг 3D-графики с помощью OpenGL (WebGL). Графический конвейер OpenGL. Базовые объекты: шейдеры и шейдерные программы. Базовые объекты: буферы и вершинные массивы

Тема 2. Структура WebGL-приложения. Структура приложения в WebGL  
5 шагов рисования в WebGL.

Тема 3. Шейдеры. Основы языка GLSL. Типы шейдеров. Создание, компиляция и подключение шейдеров.

##### Модуль 3. Библиотека Three.js

Тема 1. Введение в Three.js. Основные понятия. Глобальное и локальное пространство. Аффинные преобразования

Тема 2. Класс Object3D. Свойства children, parent, position, scale и др. Методы add, remove, clone и др.

Тема 3. Преобразования в Three.js. Класс Matrix4. Свойства matrix, matrixWorld, modelViewMatrix, normalMatrix класса Object3D. Матричные преобразования в Three.js.

##### Модуль 4. Освещение и материалы в Three.js.

Тема 1. Освещение. Удаление невидимых поверхностей

Модель освещения. Типы освещения. Реализация в Three.js. DirectionalLight и PointLight.

Тема 2. Материалы. Структура Material. Свойства материалов. MeshBasicMaterial, MeshLambertMaterial, MeshPhongMaterial.



Тема 3. Смешивание, туман. Цветовая модель RGBA. Коэффициенты смешивания.

#### **4.3.2. Содержание лабораторно занятий по дисциплине.**

##### **Модуль 1. Математические и алгоритмические основы компьютерной графики**

Лабораторная работа 1. Матричные формулы для аффинных преобразований вращения, переноса, масштабирования. [2], с. 63-93.

Лабораторная работа 2. Вывод 2- и 3-мерных фигур. Аналитическое задание, узлы, масштабирование, проектирование на плоскость и соединение узлов ячеек. Двойная буферизация. [2], с. 137-163.

Лабораторная работа 3. Методы удаления невидимых граней. [2], с. 199-219.

Лабораторная работа 4. Окна проекций. Использование перспективы. [3], с56-92.

##### **Модуль 2. Введение в WebGL**

Лабораторная работа 1. Базовые объекты: шейдеры и шейдерные программы. Базовые объекты: буферы и вершинные массивы

Лабораторная работа 2. Создание WebGL-приложения.

Лабораторная работа 3. Создание, компиляция и подключение шейдеров.

##### **Модуль 3. Библиотека Three.js**

Лабораторная работа 1. Глобальное и локальное пространство. Аффинные преобразования.

Лабораторная работа 2. Создание объектов класса Object3D. Свойства children, parent, position, scale и др. Методы add, copy, clone.

Лабораторная работа 3. Матричные преобразования в Three.js.

##### **Модуль 4. Освещение и материалы в Three.js.**

Лабораторная работа 1. Освещение. DirectionalLight и Point-Light.

Лабораторная работа 2. Материалы MeshLambertMaterial, MeshPhongMaterial.

Лабораторная работа 3. Смешивание, туман. Цветовая модель RGBA. Коэффициенты смешивания

## **5. Образовательные технологии**

Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими (на каждом занятии) компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

Предусмотрено регулярное общение студентов с лектором, лектора – с представителями российских и зарубежных компаний по электронной почте и по скайпу.

Предусмотрено также изучение и использование программного обеспечения, созданного преподавателями кафедры по компьютерной графике и зарегистрированного в гос. реестре Роспатента (таких компьютерных программ более 10).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы**

1. Изучение конспектов лекций, рекомендованной литературы.
1. Подготовка к блиц-опросу на лабораторных занятиях

2. Повторное самостоятельное выполнение проектов (выполненных на занятиях) с рекомендованными модификациями.
3. Поиск материала на интернет-форумах
4. Подготовка к экзамену

6.2. Порядок контроля: 1. опрос на лабораторном занятии, 2. проверка выполнения 3d-проектов, 3. Экзамен.

Студенту предоставляются dvd с видеоуроками (для копирования). Уч.-методическое обеспечение в табл. указано по разделам этих видеоуроков.

Р аздел (модуль. тема)	Наименование самостоятельной работы	Практическое содержание	Контрольные сроки (в нед.)	Источники из списка основной литературы)	
.1	1	Аффинные преобразования для трехмерных изображений	Перенос, поворот, масштабирование и отображение сферы, куба, тора (регистрация проекта)	1-2	[2], Гл. 2
.2	1	Интерфейс программы Autodesk 3ds max	Функции меню. Преобразование панелей. Изменение единиц измерения, конфигурация окон (выполнение с откатом внесенных изменений)	3-4	[1], Гл.1
.3	1	Редактирование сплайнов	Построение фигуры вращения (проект с множеством однотипных объектов)	5-6	[1], Гл. 4 [5], Гл. 2
.1	2	Составные объекты	Проект с применением Conform, Terrain, Scatter, Loft, ProBoolean.	7-8	[1], Гл. 6
.2	2	Камеры и освещение	Применение к сцене: направленный и всесторонний источники света	9-10	[1], Гл. 12-16
.3	2	Действия со шкалой анимации	Создание ключевых кадров. Проект с сохранением ключей во внешнем файле	11-12	[1], Гл. 18

**Текущий контроль:**

1. Проверка 3d-проектов на занятиях;
2. Проверка выполнения домашних заданий;
3. Промежуточная аттестация в форме выполнения 3d-проектов.

**Текущий контроль** включает блиц-опрос и выполнение 3d-проектов.

**Промежуточный контроль** проводится в виде выполнения 3-мерного моделирования, содержащего элементы не менее половины тем.

Для обеспечения самостоятельной работы подготовлено учебно-методическое пособие (электронный вариант). Для самостоятельной работы используется материал форумов интернет: документация и примеры: <https://threejs.org/>

Предусмотрено ознакомление и изучение программного обеспечения, созданного преподавателями кафедры по компьютерной графике и зарегистрированного в гос. реестре Роспатента. Таких компьютерных программ -- 10.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **7.1.1. Темы рефератов**

- 1 Согласование выпуклого текста с неровной поверхностью
- 2 Логические операции над платоновыми телами
- 3 Текст в рекламных роликах. Свечение, вращение, преобразование
- 4 Реалистичная планетная система
- 5 Фигуры вращения, создаваемые с применением сплайновых объектов
- 6 Принципы работы со сплайнами
- 7 Распределение объектов на поверхности рельефов
- 8 Анимация водной поверхности
- Методы создания поверхностей
- Анимация.
- 9 Камеры и освещение в анимированных сценах
- 10 3ds-персонажи
- 11 Архитектурные объекты
- 12 Атмосферные объекты
- 13 Поток частиц
- 14 Взаимодействие твердых тел
- 15 Тканевые тела

#### **7.1.2. Примерные тестовые задания к промежуточному контролю**

Тестовое задание 1.

Составьте проект выполнения операция Scatter. Пример: посреди водной анимированной поверхности разместить холмистый остров с деревьями.

Тестовое задание 2.

Составьте проект с поверхностями. Пример: создание рельефа с использованием изолиний и с градицией цвета по высоте ландшафта.

Тестовое задание 3.

Составьте проект действий с бипедом. Пример: бипед перепрыгивает препятствие.

Тестовое задание 4.

Составьте проект с потоком частиц. Пример: заданный текст с применением системы частиц преобразуется в другой текст.

Тестовое задание 5.

Составьте проект взаимодействия мягких и твердых тел. Пример: расстелить скатерть на столе.

Тестовое задание 6. Составьте проект с тканевым объектом. Пример: развевающийся флаг РФ.

Тестовое задание 7.

Составьте проект с динамическими, статическими и кинематическими телами. Пример: футбольный врач влетает в ворота и отскакивает от сетки.

### 7.1.3. Пример выполнения контрольного задания

Задание. Создать объемный текст на неровной поверхности.

**Схема решения.** Участвуют три объекта: иконку со стрелкой (Conform) надо после нажатия Pick Object связать с целевой поверхностью; при помощи инструмента Bind to Space Warp главной панели инструментов в любом направлении надо связать иконку и вытягиваемый объект. Все вершины объекта, к которому привязано искривление пространства Conform, вытягиваются до тех пор, пока не достигнут поверхности целевого объекта (называемого warp to object, охватываемый объект), который указывается после нажатия кнопки Pick Object, или же не вытянутся на предельное расстояние (параметр Default Projection Distance). Зазор между границей охватываемого объекта и вершинами вытягиваемого объекта определяется параметром Standoff Distance. Если установить флажок Use Selected Vertices вытягиваться будет лишь выделенная часть объекта.

**Шаг 1. Создание камня, т.е. зашумленной сферы:** вкладка Create – Geometry – Standard Primitives – Sphere (radius=100, Segments=150), вкладка Modify – noise, флажок Fractal, Strength =25 вдоль каждой из трех осей. Большое количество сегментов – чтобы сэкономить время на редактирование поверхности, к которому будет примыкать текст.

#### Шаг 2. Создать сплайновый текст:

Вкладка Create – категория Shapes – строка Splines – кнопка Text, в окне Text свитка Parameters изменить стандартное MAX Text на свой вариант, на вкладке Modify установить size=30, чтобы в дальнейшем текст не выступал за край камня, вращением выровнять по вертикали, перемещением установить напротив камня.

#### Шаг 3. Согласовать объемную деформацию с поверхностью камня и связать вытягиваемый объект (текст) с иконкой объемной деформации:

а) Create – Space Warps – Geometric\Deformable – Кнопка Conform.

б) В свитке параметров после нажатия на Pick Object указать объект Sphere, положение объекта Conform в сцене должно быть таким, чтобы иконка объекта была параллельна надписи, а сам текст располагался между объемной деформацией и камнем. Рекомендуется тщательно сверить «прицел» на окнах проекций.

в) При помощи инструмента Bind to Space Warp главной панели инструментов связать текст с объемной деформацией (в любом направлении).

Ожидаемый результат: текстовый сплайн расположится на поверхности камня, но если визуализировать сцену, то ничего кроме камня видно не будет, поскольку сплайн еще не преобразован в объемный текст.

#### Шаг 4. К клону сплайна применить Extrude (выдавливание).

а) Выделим сплайновый текст, используя select by name. Внимание! Не допускайте распространенной ошибки – сначала отключите ранее выделенный инструмент Bind to Space Warp. Присвоим тексту модификатор Edit Mesh и выполним визуализацию; в результате текст уже будет виден на камне, но не будет объемным (причем, применение к нему Bevel или Extrude не поможет: объемная деформация не позволит тексту выступать над поверхностью камня).

б) Выделим объект (текст) и получим его клон, свободный от влияния объемной деформации: Tools – Snapshot (снимок), в открывшемся окне выбрать Clone Method – Mesh (сеть, ячейка, западня, зацепление).

в) Затем выделим новый объект text02, перейдем на вкладку Modify, переключимся в режим редактирования Polygon, в свитке Edit Geometry снимем флажок Refine Ends (очистить концы) и нажмем кнопку Extrude, чтобы выполнить выдавливание всех полигонов объекта на некоторое расстояние. Остается выполнить визуализацию. Дополнительно выполним загрузку фонового изображения.

Фоновое изображение визуализируется только в том случае, если оно выбрано в диалоговом окне Environment. Активируем, например, окно Front и командой Views-Viewport Background (Alt+B) откроем диалоговое окно Viewport Background, где видна кнопка Files, и воспользуемся кнопкой выбора файла с фоновым изображением.

#### 7.1.4. Контрольные вопросы

1. Определения компьютерной графики и мультимедиа. [2]
2. Законы Грассмана. Характеристики цвета. [1]
3. Цветовые модели RGB, CMY, HSV и HLS. [1]
4. Основные понятия интерфейса графических устройств. Независимость приложений от аппаратуры. Контекст отображения. Контекст устройства. [1,4]
5. Аффинные преобразования на плоскости: перенос, поворот, масштабирование. [1]
6. Трехмерное аффинное преобразование объектов. [1]
7. Связь преобразований объектов с преобразованиями координат. Поворот вокруг произвольного центра. [1]
8. Графический конвейер OpenGL
9. Базовые объекты: шейдеры и шейдерные программы
10. Базовые объекты: буферы и вершинные массивы
11. Структура приложения в WebGL
12. Отображение графики в WebGL (5 шагов)
13. Графический конвейер WebGL
14. Определение WebGL-контекста через контекст *canvas* (пример)
15. Создание, компиляция и подключение шейдеров (пример вершинного или фрагментного шейдера).
16. Связывание шейдеров с буферами (пример)
17. 3 типа переменных OpenGL ES SL
18. Вершинный шейдер, 6 задач, предопределенные переменные  
[https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl\\_shaders.htm](https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl_shaders.htm)
19. Фрагментный шейдер, 5 задач, предопределенные переменные  
[https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl\\_shaders.htm](https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl_shaders.htm)
20. Область рисования `<canvas>` и система координат WebGL
21. Основные понятия Three.js
22. Глобальное и локальное пространство в Three.js
23. Аффинные преобразования в *Three.js* (перенос, сдвиг, масштабирование, поворот).
24. Модельно-видовые преобразования
25. Класс `Object3D`
26. Класс `Matrix4`, вывод матриц на консоль.
27. 3 типа буферов экрана.
28. Удаление невидимых поверхностей.
29. Создание 3D-модели и загрузка в проект Three.js.

30. Модель освещения Фонга (фоновое освещение в Three.js).
31. Модель освещения Фонга (диффузное освещение в Three.js).
32. Модель освещения Фонга (освещение зеркальных бликов (specular) в Three.js).
33. Материалы в Three.js – **MeshPhongMaterial**
34. Материалы в Three.js – **MeshLambertMaterial**
35. Текстурные координаты

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- выполнение текущих лабораторных заданий – 50 баллов
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 50 баллов,
- выполнение проектов Three.js – 50 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины**

а) адрес сайта курса

<https://explorecoursesit.blogspot.com/>

б) основная литература:

1. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 432с.
2. Жарков В.А. Компьютерная графика, мультимедиа и игры на Visual C# 2005. – М.: Жарков Пресс, 2005. – 812 с.
3. Вильданов А.Н. 3d-моделирование на WebGL с помощью библиотек three.js: Учебное пособие", 2014 г., 114 с. URL: <https://books.google.ru/books?id=jYLBAAwAAQBAJ>

### **Дополнительная литература:**

7. Билл Флеминг. Создание трехмерных персонажей. Уроки мастерства: пер. с англ. / М.: ДМК, 2005. - 448 с.: ил. (Серия "Для дизайнеров").

8. Jos Dirksen. Learning Three.js - the JavaScript 3D Library for WebGL Second Edition

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», способствующих освоению дисциплины**

1. <https://webglfundamentals.org/webgl/lessons/ru/webgl-2d-translation.html>
2. <https://threejsfundamentals.org/threejs/lessons/ru/threejs-materials.html>
3. <https://habr.com/ru/post/336166/>
4. <https://habr.com/ru/post/337550/>

5. <https://habr.com/ru/post/315294/>
6. <https://github.com/IceCreamYou/THREE.Terrain>
7. <https://habr.com/ru/post/224509/>

## **10. Методические указания для обучающихся (и составителя расписания) по улучшению освоения дисциплины**

1) Рекомендуется скопировать на кафедре видеокурсы по дисциплине и выполнить все упражнения дважды: на ознакомительном уровне и со скоростным решением с хронометражем.

2) Оптимальным для данной дисциплины является расписание, где лектор проводит и лабораторные занятия. Рекомендуется составить расписание занятий таким образом, чтобы непосредственно (в тот же день) после лекции следовало лабораторное занятие по данной теме. Учитывая, что в занятиях по компьютерной графике «накопительное свойство» выражено более отчетливо, нежели в иных дисциплинах, стремиться компоновать занятия по компьютерной графике в начале семестра, как это делается в некоторых ведущих вузах РФ, например, на 2к ВМК МГУ.

3) Все задания, предлагаемые на текущих лабораторных занятиях, делятся на подготовительные и основные. Те и другие демонстрируются студентам с помощью мультимедийного оборудования. Студенту со средней подготовкой рекомендуется копировать с экрана лишь подготовительные упражнения, основные же задания выполнять, не прибегая к мультимедийной методической поддержке.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

11.1. Для проведения занятий используются библиотека Three.js, программа Autodesk 3ds Max и операционная система Microsoft Windows, для общения со студента частично применяется электронная почта.

11.2. Три dvd-диска с видеоуроками копируются студентам и используются на лабораторных и лекционных занятиях.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В библиотеке ДГУ имеется необходимая литература, создано и зарегистрировано в реестре Госпатента программное обеспечение, повышающее эффективность занятий по компьютерной графике, на каждой лекции используется стационарное мультимедийное презентационное оборудование.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с современным аппаратным и программным обеспечением – классы 3-66 и 3-67 оснащены 30 современными ПК и мультимедиа-проекторами, установлено необходимое программное обеспечение.