

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турецкая \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)  
*Е.Л. Турецкая*  
(подпись)

«27» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель \_\_\_\_\_ *Д.А.* \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)  
Д.А. Булгаков

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«18» июня 2024 г, протокол № 11-2023/24

*Зем* Заведующий кафедрой № 41 \_\_\_\_\_ *Г.А.* \_\_\_\_\_  
д.т.н., проф. (уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)  
Г.А. Коржавин

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_ *А.А.* \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)  
А.А. Фоменкова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерная графика»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

УК-6 «Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни»

ОПК-2 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением основных теоретических знаний, получением умений и выработке практических навыков в области современных систем компьютерной графики, методов представления графических изображений и трёхмерных объектов и их геометрических преобразований. Дисциплина изучает способы реалистичной визуализации изображений, моделирования и анимирования трёхмерных объектов, компоновки сцен, а также проектирования пользовательских интерфейсов по готовому образцу и разработки требований компонентов информационных систем и программных комплексов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования интерактивных интерфейсов компьютерной графики, методов представления геометрических и графических объектов, математических и алгоритмических основ их преобразования, структур трёхмерных данных, способов их визуализации и применения при проектировании программного обеспечения.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	<b>УК-2</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<b>УК-2.3.3</b> знать возможности и ограничения применения цифровых инструментов для решения поставленных задач <b>УК-2.В.3</b> владеть навыками использования цифровых средств для решения поставленной задачи
Универсальные компетенции	<b>УК-6</b> Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<b>УК-6.У.2</b> уметь находить информацию и использовать цифровые инструменты в целях самообразования
Общепрофессиональные компетенции	<b>ОПК-2</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	<b>ОПК-2.3.1</b> знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности <b>ОПК-2.У.1</b> уметь выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности <b>ОПК-2.В.1</b> владеть навыками

		применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»;
- «Информатика»;
- «Основы программирования».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Прикладные методы оптимизации»,
- «Мультимедиа технологии»;
- «Цифровая обработка аудио и видео информации».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	22	22
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) )	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 3</b>					
Раздел 1. Основные аспекты компьютерной графики	4				2
Раздел 2. Системы координат, геометрические преобразования и проекции в компьютерной графике	4		6		2
Раздел 3. Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Структуры данных	4		4		2
Раздел 4. Цветовые модели. Восприятие цвета человеком. Модели и методы освещения. Типы источников света	6		4		4
Раздел 5. Методы повышения реалистичности 3D-сцен при визуализации. Создание материалов и текстурирование	6		8		4
Раздел 6. Триангуляция. Методы оптимизации представления геометрической и графической информации	6		8		4
Раздел 7. Аппаратно-программные средства и стандарты компьютерной графики.	4		4		4
Итого в семестре:	34		34		22
Итого	34	0	34	0	22

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

##### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Тема 1.1.</b> Основные цели и задачи дисциплины. Понятие геометрического объекта и графического изображения. Виды компьютерной графики: 2D, 3D, фракталы. Определения и особенности растровой и векторной графики. Трехмерная и интерактивная компьютерная графика. Области применения компьютерной графики.</p> <p><b>Тема 1.2.</b> Особенности зрительной системы человека при восприятии</p>

	пространства. Концептуальная модель 3D-сцены. Модель камеры.
2	<b>Тема 2.1.</b> Системы координат. Факторы классификации геометрических проекций. Основные виды проекций: центральные и параллельные. <b>Тема 2.2.</b> Геометрические преобразования: Аффинные преобразования, преобразования пространства, однородные координаты. Матричное представление преобразований на плоскости и в пространстве. Композиция преобразований.
3	<b>Тема 3.1.</b> Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Выпуклые многоугольники и многогранники. Модели двумерных объектов: координатные, аналитические. Модели трехмерных объектов: каркасные, сплошные. <b>Тема 3.2.</b> Сплайны и кривые Безье. Способы получения геометрических объектов. Платоновы тела. Структуры данных геометрических объектов.
4	<b>Тема 4.1.</b> Особенности зрительной системы человека, восприятие цвета. Кодирование цвета, альфа-канал. Цветовые модели компьютерной графики (RGB, CMYK). Цветовые пространства (HSV, HSL, XYZ). <b>Тема 4.2.</b> Модели и методы освещения. Локальная модель освещения. Типы источников света. Закрашивание по методам Гуро, Фонга и Блинна-Фонга. Понятие нормалей. <b>Тема 4.3.</b> Модели и методы глобального освещения: трассировка лучей, метод излучательности, метод Монте-Карло, фотонные карты.
5	<b>Тема 5.1.</b> Определение и разновидности текстур. Наложение текстур. Текстурные карты и развертки. <b>Тема 5.2.</b> Алгоритмы сглаживания (anti-aliasing) и фильтрации текстур. <b>Тема 5.3.</b> Способы повышения реалистичности изображений. Эффекты визуализации. Атмосферные и оптические эффекты.
6	<b>Тема 6.1.</b> Понятие триангуляции. Алгоритмы триангуляции. Триангуляция Делоне и её реализация на практике. Примеры использования триангуляции. <b>Тема 6.2.</b> Алгоритмы отсечения по окну проекции (алгоритмы Сазерленда). Двумерное и трехмерное (относительно видимого объема) отсечение. <b>Тема 6.3.</b> Представление отношений по глубине (алгоритм художника, алгоритм Z-буфера). Удаление невидимых граней, ребер и поверхностей (алгоритм плавающего горизонта, алгоритм Робертса).
7	<b>Тема 7.2.</b> Этапы 3D-конвейера. Понятие, задачи и разновидности шейдеров. Растровые операции на конвейере. <b>Тема 7.3.</b> Устройство и работа графического процессора. Аппаратная реализация графических функций. Вершинные и пиксельные процессоры.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

Всего				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
1	Работа с примитивами, полигональное моделирование и применение модификаторов.	4	2
2	Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование объектов.	6	3
3	Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование.	6	4, 5
4	Анимация геометрических объектов и материалов и визуализация сцены.	6	5
5	Разработка интерактивного приложения в Unity с архитектурным сооружением.	6	2, 4
6	Изучение физических свойств объектов и их взаимодействия в Unity.	6	6, 7
Всего		34	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	8	8
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	6	6
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Выполнение реферата (Р)		
Домашнее задание (ДЗ)	2	2
Контрольные работы заочников (КРЗ)		

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	22	22

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 681.327.11:003.6(075 .3)	Никулин Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы. Уч. Пособие. – Издательство Лань, 2017. – 708с. ISBN: 978-5-8114-2505-1	
УДК 004.5 + 741 (075.32) ББК 32.973.26 Б82	Боресков А. В., Шикин Е. В. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО – Изд. Юрайт, Москва, 2019. – 219с. ISBN 978-5-534-11630-4	
УДК 004.0 ББК 32.973.26-018.2 Б90	Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max: учеб.-метод. пособие / Д. А. Булгаков. – СПб.: ГУАП, 2021. – 199с.	50
УДК 004.92 ББК 32.973.26-018 Б90	Основы разработки интерактивных 3D-приложений на движке Unity: учеб. пособие / Д. А. Булгаков, Е. Е. Майн, Н. Н. Решетникова. – СПб.: ГУАП, 2021. – 137с.	50
УДК 004.4'27 ББК 32.973.26-018.2 Г68	Горелик А. Г., Васильева Ю. Д. Самоучитель 3ds Max 2022 – Изд. БХВ-Петербург, СПб, 2023. – 544с. ISBN 978-5-9775-1721-8	
ББК 32.973.2 УДК 004.94 Х99	Хэсс Ф. Практическое пособие Blender 3.0 для любителей и профессионалов. Моделинг, анимация, VFX – Солон-Пресс, 2022. – 300с. ISBN 978-5-91359-485-3	
УДК 004.9 ББК 77.056с.92 Г27	Майк Гейг. Разработка игр на Unity 2018 за 24 часа. – Бомбора, Москва, 2020г. – 466с. ISBN 978-5-04-105963-7	

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://videoinfographica.com/3dsmax-tutorials/">https://videoinfographica.com/3dsmax-tutorials/</a>	Бесплатные уроки по 3ds Max на сайте videoinfographica
<a href="https://videoinfographica.com/blender-tutorials/">https://videoinfographica.com/blender-tutorials/</a>	Бесплатные уроки по Blender на сайте videoinfographica
<a href="http://3deasy.ru">http://3deasy.ru</a>	Уроки 3ds Max для начинающих
<a href="https://younglinux.info/blender/course">https://younglinux.info/blender/course</a>	Введение в Blender. Курс для начинающих
<a href="https://docs.unity3d.com/Manual/index.html">https://docs.unity3d.com/Manual/index.html</a>	Руководство пользователя Unity
<a href="https://docs.unity3d.com/Manual/ScriptingSection.html">https://docs.unity3d.com/Manual/ScriptingSection.html</a>	Разработка сценариев в Unity (C#)
<a href="https://itproger.com/course/unity">https://itproger.com/course/unity</a>	Создание игр на Unity для начинающих. Видеоуроки
<a href="https://www.math10.com/ru/geometria/geogebra/geogebra.html">https://www.math10.com/ru/geometria/geogebra/geogebra.html</a>	Geogebra – бесплатное он-лайн геометрическое приложение

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Blender 4.1 или новее
2	Autodesk 3ds Max 2023 или новее
3	Unity 2021.3 LTS или новее
4	Microsoft Visual Studio Community 2022 или новее
5	Paint.NET 3.5.11 или новее

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	53-07, 32-04
2	Специализированная компьютерная лаборатория	52-09, 52-17

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Список вопросов к экзамену</li><li>➤ Экзаменационные билеты</li><li>➤ Задачи</li><li>➤ Тесты</li></ul>

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li><li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li><li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>– делает выводы и обобщения;</li><li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li></ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li><li>– не допускает существенных неточностей;</li><li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li><li>– аргументирует научные положения;</li></ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблицах 15.1 и 15.2.

Таблица 15.1 – Вопросы для устного экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Понятие о геометрическом объекте, графическом изображении	УК-6.У.2
2	Векторная графика. Определение, основные параметры, примеры	ОПК-2.У.1
3	Модели объектов трёхмерной графики	УК-2.3.3
4	Растровая графика. Определение, основные параметры, примеры	УК-2.3.3
5	Виды систем координат и способы их преобразования	ОПК-2.3.1
6	Декартова система координат. Операции над векторами в декартовой системе координат	ОПК-2.У.1
7	Полярные системы координат. Переход от полярных координат к декартовым	ОПК-2.У.1
8	Концептуальная модель 3D-сцены	УК-2.3.3
9	Модель камеры. Типы проецирования камер в 3D-сцене	ОПК-2.3.1
10	Аффинные преобразования. Виды аффинных преобразований	УК-6.У.2
11	Эквивалентные геометрические преобразования. Определение и применение	ОПК-2.У.1
12	Аксонметрические проекции. Виды, принципы построения,	ОПК-2.У.1

	матричное представление	
13	Параллельные проекции. Основные виды, принципы построения	ОПК-2.3.1
14	Перспективные проекции. Виды, принципы построения, матричное представление	ОПК-2.У.1
15	Преобразования на плоскости: виды преобразований, аналитическое и матричное описания, композиция	ОПК-2.В.1
16	Преобразования в пространстве: виды преобразований, аналитическое и матричное описания, композиция	ОПК-2.В.1
17	Однородные координаты. Причины введения однородных координат	ОПК-2.3.1
18	Модели описания геометрических объектов. Платоновы тела	ОПК-2.3.1
19	Каркасные модели геометрических объектов	ОПК-2.3.1
20	Сплайны. Кривые Безье	УК-2.В.3
21	Граничное представление объектов (B-рег)	ОПК-2.3.1
22	Конструктивное блочное представление 3D-объектов. Булевы операции	ПК-2.В.1
23	Особенности зрительной системы человека при восприятии цвета	ОПК-2.3.1
24	Цветовые модели и их классификация	УК-2.3.3
25	Цветовые палитры и кодирование цвета. Альфа-канал	УК-2.В.3
26	Аддитивная и субтрактивная цветовые модели	ОПК-2.3.1
27	Цветовые пространства HSB, HSL	ОПК-2.3.1
28	Локальная модель освещения. Типы источников света	УК-2.3.3
29	Модель диффузного отражения Ламберта	ОПК-2.3.1
30	Различия моделей закрашивания Гуро и Фонга	ОПК-2.3.1
31	Глобальное освещение по методу трассировки лучей	ОПК-2.3.1
32	Метод излучательности (Radiosity)	ОПК-2.В.1
33	Алгоритм Монте-Карло и трассировка пути	УК-2.В.3
34	Алгоритмы триангуляции Делоне	ОПК-2.У.1
35	Добавление точек в триангуляцию Делоне	УК-2.В.3
36	Отсечение по окну вывода. Основные алгоритмы	ОПК-2.3.1
37	Отсечение по пирамиде видимости. Основные алгоритмы	ОПК-2.3.1
38	Принципы работы Z-буфера. Иерархический Z-буфер	УК-2.В.3
39	Управление текстурированием. Наложение текстур	ОПК-2.У.1
40	Текстурные карты и UV-развертки	ОПК-2.В.1
41	Способы фильтрации текстур	УК-2.3.3
42	Базовые способы анимации 3D-сцены. Работа с камерой	УК-2.3.3
43	Сглаживание фрагментов (пространственный и временной антиальясинг)	ОПК-2.У.1
44	Основные этапы 3D-конвейера	ОПК-2.3.1
45	Растеризация и растровые операции на 3D-конвейере.	ОПК-2.3.1

46	Шейдеры (вершинные, пиксельные). Определение и основные функции	ОПК-2.В.1
47	Общие принципы работы графического процессора	УК-6.У.2
48	Модель зеркального отражения Фонга	ОПК-2.3.1

Таблица 15.2 – Вопросы для блиц-экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Перечислите задачи компьютерной графики и смежных дисциплин	УК-6.У.2
2	Назовите основные характеристики растрового изображения	УК-2.В.3
3	Какая информация необходима для построения объекта векторной графики	УК-2.В.3
4	Какими свойствами должен обладать полигон в трёхмерной графике	УК-2.3.3
5	Какие объекты трёхмерной графики описываются при помощи поверхностной модели	УК-2.В.3
6	Какие объекты трёхмерной графики относятся к сплошным телам	ОПК-2.3.1
7	Как в текстовом виде записать информацию, необходимую и достаточную для построения трёхмерного полигонального объекта	УК-2.В.3
8	Перечислите характеристики Декартовой системы координат	УК-6.У.2
9	Как определяется положение некоторой точки Р в Декартовой системе координат	ОПК-2.3.1
10	Как определяется положение некоторой точки Р в полярной системе координат на плоскости	ОПК-2.В.1
11	Что получится при векторном произведении двух радиус-векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$	УК-2.3.3
12	Какая операция над радиус-векторами позволяет найти расстояние между двумя точками	ОПК-2.В.1
13	Перечислите системы координат, используемые в трёхмерной сцене при визуализации	УК-2.3.3
14	Что включает в себя модель 3D-сцены	ОПК-2.3.1
15	Что такое опорная точка объекта. Для чего она нужна	ОПК-2.3.1
16	Какие два типа камер используются в 3D-графике. Чем они отличаются	ОПК-2.У.1
17	Из чего состоит и для чего нужна пирамида видимости	УК-2.3.3
18	Перечислите основные характеристики виртуальной камеры. За что они отвечают	ОПК-2.У.1
19	Назовите все базовые аффинные преобразования	УК-6.У.2
20	Приведите пример преобразования объекта на плоскости, не являющегося аффинным	УК-6.У.2
21	Какие преобразования называются эквивалентными	ОПК-2.3.1
22	Что такое однородная координата и для чего она нужна в аффинных	ОПК-2.У.1

	преобразованиях	
23	Что такое матрица вершин объекта. Как правильно составить и записать матрицу вершин	УК-2.3.3
24	Как получить облако точек и построить из него 3D-модель	ОПК-2.В.1
25	Принцип работы фотограмметрии	ОПК-2.В.1
26	Как формируется поверхность в линейной каркасной модели	ОПК-2.У.1
27	Какая теорема лежит в математической основе сплайнов	УК-2.3.3
28	Из чего состоит кривая Безье	УК-2.В.3
29	Какие операции используются для получения твердотельных трёхмерных моделей в САД-пакетах	ОПК-2.В.1
30	Определение и характерная особенность Платоновых тел	ОПК-2.3.1
31	В чём отличие моделей B-REP от полигональных моделей	УК-6.У.2
32	Назовите основные логические операции конструктивной блочной геометрии	УК-2.В.3
33	Формат данных FP32, его особенности	ОПК-2.3.1
34	Перечислите прямоугольные аксонометрические проекции, в чем их различие	УК-6.У.2
35	В чём отличие параллельного проецирования от центрального	ОПК-2.В.1
36	Что такое коэффициент искажения проекции, как его рассчитать	ОПК-2.У.1
37	Какие угол наклона картинной плоскости и коэффициент искажения характерны для изометрии	ОПК-2.3.1
38	Назовите и охарактеризуйте две стандартные косоугольные проекции	УК-6.У.2
39	Назовите три разновидности перспективных проекций	ОПК-2.У.1
40	Из чего складывается цвет любой поверхности	ОПК-2.В.1
41	Какие клетки ответственны за способность человека видеть	УК-6.У.2
42	Какой свет человек называет "видимым светом"	УК-6.У.2
43	Что такое треугольник Максвелла, как он выглядит	ОПК-2.3.1
44	Для чего используется ключ k в цветовой модели CMYk	ОПК-2.3.1
45	Что показывает цветовая CIE-диаграмма, для чего она применяется	УК-2.3.3
46	В чём отличие Brightness от Lightness в цветовых моделях HSB/HSL	УК-2.3.3
47	Какие существуют варианты записи цвета в модели RGB	УК-2.В.3
48	Что может произойти с лучом света при попадании на поверхность	УК-6.У.2
49	Какие лучи называются первичными и вторичными	УК-6.У.2
50	В чем особенность диффузного рассеивания (отражения) света	УК-6.У.2
51	Какие вектора используются при расчёте диффузного отражения Ламберта	ОПК-2.У.1
52	В чем суть метода закрашивания Гуро	УК-2.В.3
53	Для чего используются нормали вершин и нормали граней	ОПК-2.В.1

54	Из каких трёх цветов состоит шейдер Фонга	УК-6.У.2
55	В чем разница между моделями закрашивания Блинна и Фонга	УК-2.3.3
56	Что такое Корнеллская коробка, для чего она используется	УК-2.В.3
57	Что показывает ДФО (BRDF) конкретного материала	ОПК-2.3.1
58	Общий принцип работы трассировки лучей	ОПК-2.В.1
59	Что такое "патчи", используемые в алгоритме Излучательности	ОПК-2.3.1
60	Особенности процедурных (параметрических) текстур	УК-2.3.3
61	Какие системы координат используются при работе с текстурами	ОПК-2.У.1
62	Что такое "текстурная развёртка" и для чего она используется	ОПК-2.В.1
63	На чём основан принцип рельефного текстурирования (Bump Mapping)	ОПК-2.В.1
64	Чем карта высот отличается от карты нормалей	ОПК-2.У.1
65	На каких постулатах базируется физически-корректный рендеринг (PBR)	ОПК-2.3.1
66	Назовите основные карты PBR-материала	ОПК-2.В.1
67	Задача триангуляции	УК-6.У.2
68	Как проверить триангуляцию на соответствие критерию Делоне	УК-2.В.3
69	Особенности триангуляции Делоне	ОПК-2.У.1
70	Как определить порядок точек для добавления их в триангуляцию	ОПК-2.3.1
71	Для чего нужно выполнять отсечение по окну вывода (Viewport)	ОПК-2.В.1
72	Какая логическая операция позволяет определить видимость отрезков на экране в алгоритме Сазерленда	УК-2.В.3
73	Какие алгоритмы удаления невидимых рёбер и граней работают в пространстве изображения	ОПК-2.У.1
74	Для каких объектов применим алгоритм плавающего горизонта	УК-2.В.3
75	Какую задачу решает алгоритм Z-буфера	ОПК-2.В.1
76	Какие операции (последовательно) выполняются на геометрической стадии 3D-конвейера	УК-6.У.2
77	Для чего производится процесс растеризации	ОПК-2.3.1
78	Что такое "шейдер", какие бывают шейдеры	ОПК-2.В.1
79	Функции пиксельного шейдера	УК-2.3.3
80	Функции вершинного шейдера	УК-2.3.3
81	Задачи блока растровых операций (ROP)	УК-2.3.3
82	Отличительные особенности конвейера поколения DirectX 10	ОПК-2.3.1
83	Задачи текстурного модуля (TMU) графического процессора	ОПК-2.3.1
84	Причины возникновения альясинга ("лестничного эффекта")	ОПК-2.У.1
85	Суть работы краевого алгоритма сглаживания MSAA	ОПК-2.В.1
86	В чем отличие билинейной фильтрации от трилинейной	ОПК-2.У.1
87	Особенность анизотропной фильтрации	УК-2.3.3

88	Что такое выборка (сэмплинг) пиксела	ОПК-2.3.1
----	--------------------------------------	-----------

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень тем вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень тем вопросов для тестов	Код индикатора
1	<b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Укажите, какую задачу выполняет алгоритм Z-буфера. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсечение фрагментов, загороженных другими объектами сцены</li> <li>2. Отсечение фрагментов, выходящих за границы окна проекции</li> <li>3. Отсечение линий, выходящих за границы окна проекции</li> <li>4. Сборка полигонов из линий</li> <li>5. Применение сглаживания к границам объектов</li> </ol>	УК-2.3.3
2	<b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Определите, какие из перечисленных алгоритмов относятся к глобальному освещению. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трассировка лучей</li> <li>2. Метод излучательности</li> <li>3. Фотонные карты</li> <li>4. Затенение по Фонгу</li> <li>5. Метод Ламберта</li> </ol>	ОПК-2.3.1
3	<b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Определите, алгоритмы, которые решают задачу удаления невидимых элементов в пространстве изображения. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм Робертса</li> <li>2. Алгоритм Вейлера-Айзертонна</li> <li>3. Алгоритм плавающего горизонта</li> <li>4. Алгоритм художника</li> <li>5. Алгоритм Z-буфера</li> <li>6. Алгоритм Катмулла-Кларка</li> </ol>	УК-6.У.2
4	<b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Укажите,	ОПК-2.У.1

	<p>какие из перечисленных операций относятся к аффинным преобразованиям.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перемещение</li> <li>2. Отражение</li> <li>3. Скос</li> <li>4. Масштабирование</li> <li>5. Изгиб</li> <li>6. Выдавливание</li> <li>7. Инвертирование нормалей</li> <li>8. Вращение</li> </ol>	
5	<p><b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Укажите систему координат, которая применяется в компьютерной графике для построения моделей объектов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямолинейная прямоугольная</li> <li>2. Прямолинейная косоугольная</li> <li>3. Полярная цилиндрическая</li> <li>4. Полярная сферическая</li> <li>5. Криволинейная бицентрическая</li> </ol>	ОПК-2.3.1
6	<p><b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Укажите формат данных, который используется для представления координат в 3D-графике.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Целочисленный (Integer)</li> <li>2. Логический (Boolean)</li> <li>3. С плавающей запятой одинарной точности (FP32)</li> <li>4. С плавающей запятой двойной точности (FP64)</li> <li>5. Вещественный (Real)</li> </ol>	УК-6.У.2
7	<p><b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Определите принцип, который лежит в основе рельефного текстурирования (Bump Mapping).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смещения нормали к поверхности</li> <li>2. Смещения нормали к вершине</li> <li>3. Смещения вершин полигона по вертикальной оси</li> <li>4. Смешивания цветов материала</li> <li>5. Применения Альфа-канала</li> </ol>	ОПК-2.У.1
8	<p><b>Прочитайте текст и установите соответствие.</b> К каждому определению цветовой модели HSB/HSV подберите соответствующую цветовую компоненту из выпадающего списка.</p> <p><u>Определения:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определяет сам цвет на цветовом круге. Характеризуется величиной угла от 0° до 360°</li> <li>2. Определяет степень чистоты цвета (соотношение серого цвета и текущего цветового тона)</li> <li>3. Характеризует относительную светлоту и изменяется от 0% до 100%</li> </ol> <p><u>Компоненты:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hue (H)</li> <li>2. Saturation (S)</li> <li>3. Brightness/Value (B/V)</li> </ol>	ОПК-2.В.1
9	<p><b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Определите</p>	УК-2.3.3

	<p>цвета, которые входят в субтрактивную модель СМУ(k).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Голубой</li> <li>2. Чёрный</li> <li>3. Пурпурный</li> <li>4. Жёлтый</li> <li>5. Красный</li> <li>6. Зелёный</li> <li>7. Белый</li> </ol>	
10	<p><b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Укажите имя учёного, предложившего модель диффузного отражения света.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Иоганн Генрих Ламберт</li> <li>2. Ву Тонг Фонг</li> <li>3. Джеймс Ф. Блинн</li> <li>4. Анри Гуро</li> </ol>	УК-2.3.3
11	<p><b>Прочитайте текст и установите соответствие.</b> К каждому определению аксонометрической проекции подберите соответствующий термин из выпадающего списка.</p> <p><u>Определения:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициенты искажения по всем трём осям не равны между собой.</li> <li>2. Две оси координат имеют один и тот же наклон, а третья – иной.</li> <li>3. Все три коэффициента искажения равны. Нормаль к картинной плоскости составляет угол в <math>120^\circ</math> с каждой из осей X, Y, Z.</li> </ol> <p><u>Термины:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Триметрия</li> <li>2. Диметрия</li> <li>3. Изометрия</li> </ol>	УК-2.В.3
12	<p><b>Прочитайте текст и установите последовательность.</b> Расположите следующие операции графической обработки по порядку их выполнения на классическом 3D-конвейере.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запись кадра в буфер</li> <li>2. Преобразование координат</li> <li>3. Применение сглаживания</li> <li>4. Наложение текстур</li> <li>5. Отсечение по окну проекции</li> </ol>	УК-2.В.3
13	<p><b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Определите, какие из перечисленных карт входят в состав PBR-материала.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Альбедо (Albedo) – верно</li> <li>2. Металличность (Metallic)</li> <li>3. Шероховатость (Roughness)</li> <li>4. Рассеянный свет (Diffuse)</li> <li>5. Зеркальное отражение (Specular)</li> </ol>	УК-6.У.2
14	<p><b>Прочитайте текст и выберите правильные ответы.</b> Укажите операции, которые выполняет пиксельный процессор видеокарты.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задание модели расчёта освещения отдельно взятой точки</li> <li>2. Сборка треугольников</li> </ol>	УК-6.У.2

	3. Деформация полигональной сетки 4. Выборка из текстур 5. Преобразования значений цвета и глубины 6. Постобработка кадра	
15	<b>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</b> Определите пространство, в которое преобразуются вершины объекта из мировой системы координат. 1. Пространство наблюдателя (камеры) 2. Экранное пространство 3. Картинное пространство 4. Объектное пространство	УК-6.У.2

Инструкции и система оценивания теста.

Тест проводится в системе LMS ГУАП (<https://lms.guap.ru/>). Тест может применяться в качестве средства проведения промежуточной аттестации (во время экзамена), так и для проведения текущего контроля успеваемости или контроля остаточных знаний.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1.

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы,	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

	используемые при выборе ответов	
5	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

Инструкция по выполнению тестового задания находится в таблице 18.2.

Таблица 18.2 - Инструкция по выполнению тестового задания

№	Тип задания	Инструкция
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность Запишите соответствующую последовательность букв слева направо
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

**10.4.** Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области создания и отображения моделей геометрических объектов и графических изображений для разработки компонентов информационных систем и аппаратно-программных комплексов.

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления;
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения задач компьютерной графики;
- Демонстрация примеров решения задач компьютерной графики;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### **11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах**

*Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.*

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

*Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.*

#### **11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

##### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы из Личного кабинета обучающегося ГУАП. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по её выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые исходные материалы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчёт по лабораторной работе.

##### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, цель работы, вариант задания, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты, дополненные скриншотами, и выводы. Подробные требования к содержанию и оформлению отчёта приведены в конце каждого файла задания лабораторной работы.

В отчете не следует писать от первого лица, например, "Я создал примитив..." или во множественном числе, например, "Мы создали примитив...". Вместо этого используется безличностная форму изложения в настоящем или прошедшем времени. Например: "Примитив был создан при помощи инструмента Create..." или "Примитив создаётся через боковую панель инструментов..."

##### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/regdocs/docs/uch>). Студенческие работы следует оформлять в соответствии с требованиями [ГОСТ 7.32-2017](#) «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и [ГОСТ 2.105-2019](#) «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

##### Методические указания по выполнению лабораторных работ

Методические указания доступны обучающимся в Личном кабинете ГУАП (<https://pro.guap.ru>) в разделе «Материалы» дисциплины «Компьютерная графика». Перечень методических указаний:

- ❖ Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max: учеб.-метод. пособие / Д. А. Булгаков. – СПб.: ГУАП, 2021. – 199 с.

- ❖ Основы разработки интерактивных 3D-приложений на движке Unity: учеб. пособие / Д. А. Булгаков, Е. Е. Майн, Н. Н. Решетникова. – СПб.: ГУАП, 2021. – 137 с.
- ❖ Программирование интерактивных приложений на языке с#: учебное пособие / Д. А. Булгаков. – СПб.: ГУАП, 2022. – 160 с.

Сроки сдачи и оценка лабораторных работ:

Перечень лабораторных работ приведён в таблице 6.

Предельный срок сдачи лабораторных работ – до последней недели декабря (зачётная неделя). Для получения максимального балла лабораторную работу необходимо сдать не позднее сроков, указанных в таблице 20. Обучающийся, сдающий лабораторную работу позже установленного предельного срока, может претендовать только на максимальный балл 8 вместо 10.

Таблица 20 – Сроки сдачи и баллы лабораторных работ

Номер работы	Название работы	Срок выполнения	Максимальный балл
1	Работа с примитивами, полигональное моделирование и применение модификаторов.	Сентябрь текущего года	10
2	Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование объектов.	Октябрь текущего года	10
3	Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование.	Октябрь текущего года	10
4	Анимация геометрических объектов и материалов и визуализация сцены.	Ноябрь текущего года	10
5	Разработка интерактивного приложения в Unity с архитектурным сооружением.	Ноябрь текущего года	10
6	Изучение физических свойств объектов и их взаимодействия в Unity.	Декабрь текущего года	10

Баллы, набранные обучающимся за лабораторные работы, суммируются с баллами за контрольную работу (максимум – 70 баллов). На основе суммарного балла обучающийся получает оценку за работу в семестре. Баллы соотносятся с оценками следующим образом:

- менее 35 – «неудовлетворительно»;
- 36-48 – «удовлетворительно»;
- 49-59 – «хорошо»;
- 60-70 – «отлично».

### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

*Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.*

### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются учебно-методические материалы по дисциплине, а также методические указания по выполнению лабораторных работ. Все материалы доступны как в электронном виде (публикуются в Личном кабинете ГУАП в разделе «Материалы»), так и в печатном виде (в библиотеке ГУАП).

### **11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контроль успеваемости подразумевает проведение контрольной работы в письменной форме. Контрольная работа включает два задания по вариантам:

- Задание №1 – аффинные преобразования на плоскости;
- Задание №2 – построение ортогографических проекций.

Максимальный балл за контрольную работу – 10 (7 за задание №1 и 3 за задание №2). Эти баллы прибавляются к баллам за лабораторные работы при вычислении оценки работы в семестре.

Контрольная работа загружается в Личный кабинет обучающегося ГУАП в формате PDF. При выполнении контрольной работы от руки на листке бумаги этот листок сканируется и вставляется в PDF-документ.

Контрольная работа должна включать в себя титульный лист установленной формы (бланк доступен на сайте: <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>), вариант задания, изображения исходных и результирующих фигур, матрицы вершин, аффинных преобразований и проекции, арифметические расчёты перемножения матриц.

Срок сдачи контрольной – до 1 ноября текущего года. После этой даты загрузка контрольной работы в Личный кабинет становится невозможной.

### **11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен – форму оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или её части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

#### Формат проведения экзамена

Экзамен может проводиться в одной из трёх форм:

1. Устный экзамен;
2. Блиц-экзамен;
3. Экзамен в виде теста.

Форма проведения экзамена выбирается преподавателем заранее, исходя из общего количества обучающихся, загрузки аудиторного фонда и других критериев, и доводится обучающимся в начале учебного семестра. Результаты прохождения экзамена по любой их трёх форм являются равнозначными.

#### Форма устного экзамена

Устный экзамен проводится по билетам. Каждый билет содержит два вопроса из общего перечня вопросов (таблица 15.1).

В начале экзамена экзаменуемый вытягивает билет случайным образом, после чего ему даётся 30 минут времени на подготовку к ответу. При подготовке можно использовать ручку и бумагу для записи тезисов ответа. Во время подготовки экзаменуемому запрещается пользоваться любыми справочными материалами или электронными устройствами, а также задавать вопросы другим экзаменуемым. В случае нарушения правил проведения экзамена преподаватель вправе удалить экзаменуемого с экзамена с оценкой «неудовлетворительно».

Ответ на вопросы происходит в формате диалога экзаменуемого с преподавателем.

#### Форма блиц-экзамена

Экзаменуемый запускает специальную программу, которая случайным образом выбирает 1 вопрос из таблицы 15.2. Для ответа на каждый вопрос экзаменуемому даётся 1 минута. Ответ происходит устно преподавателю. Всего экзаменуемому необходимо ответить на 4 вопроса. Оценка ставится, исходя из количества вопросов, на которые был дан правильный ответ:

- ответ на 1 вопрос – «неудовлетворительно»;
- ответ на 2 вопроса – «удовлетворительно»;
- ответ на 3 вопроса – «хорошо»;
- ответ на 4 вопроса – «отлично».

#### Форма теста

Тест проводится в Системе дистанционного обучения ГУАП (<https://lms.guap.ru>) за компьютерами в аудитории. Экзаменуемому даётся одна попытка и 1 час времени (с момента запуска тестирования), чтобы ответить на 30 вопросов. За тест можно получить максимум 45 баллов. Эти баллы соотносятся с оценкой следующим образом:

- менее 20 – «неудовлетворительно»;
- 20-28 – «удовлетворительно»;
- 29-36 – «хорошо»;
- 37-45 – «отлично».

В процессе выполнения теста экзаменуемому запрещается пользоваться справочными материалами (включая материалы в сети Интернет), литературой, мобильными электронными устройствами и системами искусственного интеллекта. В случае нарушения правил выполнения теста или при попытках обмана или взлома

электронной системы тестирования преподаватель вправе удалить экзаменуемого с экзамена с оценкой «неудовлетворительно».

Вопросы теста имеют варианты ответа. В зависимости от типа вопроса правильный ответ может быть либо один, либо ответов может быть несколько. Темы, к которым относятся вопросы теста, приведены в таблице 18.

#### Формирование итоговой оценки

Для получения промежуточной аттестации обучающийся обязан сдать экзамен на оценку не ниже «удовлетворительно».

Итоговая оценка по дисциплине складывается из двух оценок: за работу в семестре и за экзамен. При этом оценка за экзамен имеет решающий вес в случае, если две оценки различаются на 1 балл.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой