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

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

Д.В. Куртяник
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«16» февраля 2026 г

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерная графика»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 09.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника |
| Наименование направленности/ специализации | Компьютерные технологии, системы и сети |
| Форма обучения | заочная |
| Год приема | 2026 |

Санкт-Петербург – 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп. (должность, уч. степень, звание) «16» февраля 2026 г (подпись, дата) Д.А. Булгаков (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44
«16» февраля 2026 г, протокол № 5-25/26

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н.,проф. (уч. степень, звание) «16» февраля 2026 г (подпись, дата) М.Б. Сергеев (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц.,к.т.н. (должность, уч. степень, звание) «16» февраля 2026 г (подпись, дата) А.А. Фоменкова (инициалы, фамилия)

**Аннотация**

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности/специализации «Компьютерные технологии, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способен проектировать объекты визуальной информации, идентификации и коммуникации»

ПК-8 «Способен разрабатывать методы, алгоритмы и подпрограммы для поточной визуализации трёхмерных компьютерных сцен»

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, технологий визуализации, процессов конструирования и преобразования трёхмерных геометрических объектов.

Дисциплина изучает способы реалистичной визуализации трёхмерных компьютерных сцен с учётом баланса качества и скорости, а также современные подходы, применяемые при моделировании, освещении и анимировании трёхмерных объектов, при компоновке сцен, создании шейдеров и дизайне объектов визуальной информации в целом.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

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 |
|---|---|---|
| Профессиональные компетенции | **ПК-7** Способен проектировать объекты визуальной информации, идентификации и коммуникации | **ПК-7.З.1** знать технологические процессы художественного конструирования, технического моделирования и производства объектов визуальной информации<br>**ПК-7.У.1** уметь находить дизайнерские решения задач по проектированию объектов визуальной информации с учётом пожеланий заказчика<br>**ПК-7.В.1** владеть программным обеспечением, используемым в дизайне объектов визуальной информации |
| Профессиональные компетенции | **ПК-8** Способен разрабатывать методы, алгоритмы и подпрограммы для поточной визуализации трёхмерных компьютерных сцен | **ПК-8.З.1** знать методы и математические алгоритмы, лежащие в основе теории света и технологий визуализации<br>**ПК-8.У.1** уметь добиваться баланса качества и скорости визуализации трёхмерных компьютерных сцен<br>**ПК-8.В.1** владеть компьютерными программами для выполнения задач по настройке освещения, созданию шейдеров и визуализации трёхмерных компьютерных сцен |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»;
- «Основы программирования»;
- «Дискретная математика».

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

– «Интерактивная компьютерная графика»;
– «Цифровая обработка изображений»;
– «Разработка виртуальной и дополненной реальности»;
– «Управление виртуальным двойником».

## 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** |
|---|---|---|
| | | **№4** |
| **1** | **2** | **3** |
| ***Общая трудоемкость дисциплины***, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| ***Из них часов практической подготовки*** | 6 | 6 |
| ***Аудиторные занятия***, всего час. | 14 | 14 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 8 | 8 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 6 | 6 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| ***Самостоятельная работа***, всего (час) | 94 | 94 |
| ***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Дифф. зач., | Дифф. зач., |

## 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)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр 4** | | | | | |
| Раздел 1. Основные аспекты компьютерной графики | 1 | | | | 8 |
| Раздел 2. Системы координат, геометрические преобразования и проекции в компьютерной графике | 1 | | 1 | | 12 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Раздел 3. Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Структуры данных | 1 | | 1 | | 14 |
| Раздел 4. Цветовые модели. Восприятие цвета человеком. Модели и методы освещения. Типы источников света | 2 | | 1 | | 16 |
| Раздел 5. Методы повышения реалистичности 3D-сцен при визуализации. Создание материалов и текстурирование | 1 | | 1 | | 16 |
| Раздел 6. Триангуляция. Методы оптимизации представления геометрической и графической информации | 1 | | 1 | | 18 |
| Раздел 7. Аппаратно-программные средства и стандарты компьютерной графики. | 1 | | 1 | | 10 |
| Итого в семестре: | 8 | | 6 | | 94 |
| Итого | 8 | 0 | 6 | 0 | 94 |
| | | | | | |

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** | **Тема 1.1.** 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.<br>**Тема 1.2.** Особенности зрительной системы человека при восприятии пространства. Концептуальная модель 3D-сцены. Модель камеры. |
| **2** | **Тема 2.1.** Системы координат. Факторы классификации геометрических проекций. Основные виды проекций: центральные и параллельные.<br>**Тема 2.2.** Геометрические преобразования: Аффинные преобразования, преобразования пространства, однородные координаты. Матричное представление преобразований на плоскости и в пространстве. Композиция преобразований. |
| **3** | **Тема 3.1.** Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Выпуклые многоугольники и многогранники. Модели двумерных объектов: координатные, аналитические. Модели трехмерных объектов: каркасные, сплошные.<br>**Тема 3.2.** Сплайны и кривые Безье. Способы получения геометрических объектов. Платоновы тела. Структуры данных геометрических объектов. |
| | **Тема 4.1.** Особенности зрительной системы человека, восприятие цвета. Кодирование цвета, альфа-канал. Цветовые модели компьютерной графики |

| | |
|---|---|
| **4** | (RGB, CMYk). Цветовые пространства (HSV, HSL, XYZ).<br>**Тема 4.2.** Модели и методы освещения. Локальная модель освещения. Типы источников света. Закрашивание по методам Гуро, Фонга и Блинна-Фонга. Понятие нормалей.<br>**Тема 4.3.** Модели и методы глобального освещения: трассировка лучей, метод излучательности, стохастические методы Монте-Карло, фотонные карты. |
| **5** | **Тема 5.1.** Определение и разновидности текстур. Наложение текстур. Текстурные карты и развертки.<br>**Тема 5.2.** Алгоритмы сглаживания (anti-aliasing) изображений и фильтрации текстур: билинейная, трилинейная, анизотропная.<br>**Тема 5.3.** Способы повышение реалистичности изображений. Эффекты визуализации. Атмосферные и оптические эффекты. |
| **6** | **Тема 6.1.** Понятие триангуляции. Алгоритмы триангуляции. Триангуляция Делоне и её реализация на практике. Примеры использования триангуляции.<br>**Тема 6.2.** Алгоритмы отсечения по окну проекции (алгоритмы Сазерленда). Двумерное и трёхмерное отсечение (относительно видимого объема пирамиды видимости).<br>**Тема 6.3.** Представление отношений по глубине (алгоритм художника, алгоритм Z-буфера). Удаление невидимых граней, рёбер и поверхностей (алгоритм плавающего горизонта, алгоритм Робертса). |
| **7** | **Тема 7.2.** Этапы 3D-конвейера. Понятие, задачи и разновидности шейдеров. Растровые операции на конвейере.<br>**Тема 7.3.** 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 |
|---|---|---|---|
| **Семестр 4** | | | |
| 1 | Работа с примитивами, полигональное моделирование и | 1 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | применение модификаторов. | | |
| 2 | Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование. | 2 | 3 |
| 3 | Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование. | 2 | 4, 5 |
| 4 | Анимация геометрических объектов и материалов и визуализация сцены. | 1 | 5, 6 |
| | Всего | 6 | |

### 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 4, час |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 32 | 32 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | 16 | 16 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 12 | 12 |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Домашнее задание (ДЗ) | 10 | 10 |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | 4 | 4 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 20 | 20 |
| Всего: | 94 | 94 |

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

## 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) |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 004(075)<br>П59 | Порев В. Н. Компьютерная графика : учебное пособие / Изд. СПб. : БХВ - Петербург, 2005. - 428 с., ISBN 5-94157-139-9 | 70 |
| 004<br>Н75 | Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики : учебное пособие / Изд. СПб. : БХВ - Петербург, 2005. - 576 с., ISBN 5-94157-264-6 | 75 |
| http://lib.ysu.am/disciplines_bk/4d8cc5b955993877019d845bf05dc87a.pdf | Боресков А. В., Шикин Е. В. Компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / Изд. Юрайт, Москва, 2019. – 219с.<br>ISBN 978-5-534-11630-4 | - |
| 004.0<br>Б90 | Булгаков Д. А. Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max : учебно-метод. пособие / Изд. СПб.: ГУАП, 2021. – 199с. | 5 |
| 004.92<br>Б90 | Булгаков Д. А. Моделирование, анимация и визуализация в пакете Blender : учебно-метод. пособие / Изд. СПб.: ГУАП, 2025. – 172с.; УДК 004.92; ББК 32.972.131.2 | 5 |

## 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 |
|---|---|
| https://pro.guap.ru/inside/profile | Электронная интегрированная образовательная среда ГУАП «Личный кабинет»/ ЭИОС ГУАП «Личный кабинет» |
| https://lms.guap.ru/ | Система дистанционного обучения LMS ГУАП |
| https://videoinfographica.com/blender-tutorials/ | Бесплатные уроки по Blender на сайте videoinfographica |
| https://younglinux.info/blender/course | Введение в Blender. Курс для начинающих |
| https://www.math10.com/ru/geometria/geogebra/geogebra.html | Geogebra – бесплатное онлайн 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 | Лицензия | Обоснование |
|---|---|---|---|
| 1 | Blender 5.1 или новее | GNU General Public License, открытый исходный код https://docs.blender.org/manual/ru/2.82/about/license.html | Отсутствие российских аналогов |
| 2 | Paint.NET 5.1.4 Classic или новее | Бесплатно https://www.getpaint.net/license.html | Отсутствие российских аналогов |

**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 | 32-04 |
| 2 | Специализированная компьютерная лаборатория | 52-09 |

## 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 |
|---|---|
| Дифференцированный зачёт | ➢ Список вопросов;<br>➢ Задачи;<br>➢ Тесты. |

**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<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|---|---|
| «отлично»<br>«зачтено» | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий;<br>– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо»<br>«зачтено» | – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий;<br>– правильно выполнил от 70% до 85% тестовых заданий**. |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено» | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий;<br>– правильно выполнил от 54% до 69% тестовых заданий**. |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– не формулирует выводов и обобщений;<br>– правильно выполнил менее 53% тестовых заданий**. |

Примечание: ** по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов для экзамена | Код индикатора |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

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

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 23 | Что такое матрица вершин объекта. Как правильно составить и записать матрицу вершин | ПК-7.З.1 |
| 24 | Как получить облако точек и построить из него 3D-модель | ПК-7.У.1 |
| 25 | Принцип работы фотограмметрии | ПК-7.В.1 |
| 26 | Как формируется поверхность в линейной каркасной модели | ПК-7.З.1 |
| 27 | Какая теорема лежит в математической основе сплайнов | ПК-8.З.1 |
| 28 | Из чего состоит кривая Безье | ПК-7.З.1 |
| 29 | Какие операции используются для получения твердотельных трёхмерных моделей в CAD-пакетах | ПК-8.У.1 |
| 30 | Определение и характерная особенность Платоновых тел | ПК-8.У.1 |
| 31 | В чём отличие моделей B-REP от полигональных моделей | ПК-7.З.1 |
| 32 | Назовите основные логические операции конструктивной блочной геометрии | ПК-7.У.1 |
| 33 | Формат данных FP32, его особенности | ПК-7.В.1 |
| 34 | Перечислите прямоугольные аксонометрические проекции, в чем их различие | ПК-7.У.1 |
| 35 | В чём отличие параллельного проецирования от центрального | ПК-8.З.1 |
| 36 | Что такое коэффициент искажения проекции, как его рассчитать | ПК-7.З.1 |
| 37 | Какие угол наклона картинной плоскости и коэффициент искажения характерны для изометрии | ПК-7.З.1 |
| 38 | Назовите и охарактеризуйте две стандартные косоугольные проекции | ПК-7.У.1 |
| 39 | Назовите три разновидности перспективных проекций | ПК-7.В.1 |
| 40 | Из чего складывается цвет любой поверхности | ПК-7.З.1 |
| 41 | Какие клетки ответственны за способность человека видеть | ПК-7.З.1 |
| 42 | Какой свет человек называет "видимым светом" | ПК-7.З.1 |
| 43 | Что такое треугольник Максвелла, как он выглядит | ПК-7.З.1 |
| 44 | Что означают буквы C, M, Y и для чего используется ключ k в цветовой модели CMYk | ПК-8.З.1 |
| 45 | Что показывает цветовая CIE-диаграмма, для чего она применяется | ПК-8.З.1 |
| 46 | Как определяется цвет в цветовых моделях HSB/HSL | ПК-7.У.1 |
| 47 | Какие существуют варианты записи цвета в модели RGB | ПК-7.В.1 |
| 48 | Что может произойти с лучом света при попадании на поверхность | ПК-8.З.1 |
| 49 | Какие лучи называются первичными и вторичными | ПК-8.У.1 |
| 50 | В чем особенность диффузного рассеивания (отражения) света | ПК-8.З.1 |
| 51 | Какие вектора используются при расчёте диффузного отражения Ламберта | ПК-7.В.1 |
| 52 | В чем суть метода закрашивания Гуро | ПК-8.З.1 |
| 53 | Для чего используются нормали вершин и нормали граней | ПК-7.В.1 |
| 54 | Из каких трёх цветов состоит шейдер Фонга | ПК-7.З.1 |

| | | |
|---|---|---|
| 55 | В чем разница между моделями закрашивания Блинна и Фонга | ПК-7.З.1 |
| 56 | Что такое Корнеллская коробка, для чего она используется | ПК-8.З.1 |
| 57 | Что показывает ДФО (BRDF) конкретного материала | ПК-8.З.1 |
| 58 | Общий принцип работы трассировки лучей | ПК-8.З.1 |
| 59 | Для чего в алгоритме Излучательности (Radiosity) используются патчи поверхности | ПК-8.В.1 |
| 60 | Особенности процедурных (параметрических) текстур в сравнении с растровыми текстурами | ПК-7.У.1 |
| 61 | Какие системы координат используются при работе с текстурами | ПК-8.З.1 |
| 62 | Что такое "текстурная развёртка" и для чего она применяется | ПК-8.У.1 |
| 63 | На чём основан принцип рельефного текстурирования (Bump Mapping) | ПК-8.В.1 |
| 64 | Чем карта высот отличается от карты нормалей | ПК-8.З.1 |
| 65 | На каких постулатах базируется физически-корректный рендеринг (PBR) | ПК-8.В.1 |
| 66 | Назовите основные карты PBR-материала | ПК-7.У.1 |
| 67 | Задача триангуляции | ПК-7.У.1 |
| 68 | Как проверить триангуляцию на соответствие критерию Делоне | ПК-7.В.1 |
| 69 | Особенности триангуляции Делоне | ПК-8.З.1 |
| 70 | Какие алгоритмы позволяют проиндексировать точки перед построением триангуляции | ПК-7.В.1 |
| 71 | Для чего нужно выполнять отсечение по окну вывода (Viewport) | ПК-8.З.1 |
| 72 | Какая логическая операция позволяет определить видимость отрезков на экране в алгоритме Сазерленда | ПК-8.У.1 |
| 73 | Какие алгоритмы удаления невидимых рёбер и граней работают в пространстве изображения | ПК-8.У.1 |
| 74 | Для каких объектов применим алгоритм плавающего горизонта | ПК-7.З.1 |
| 75 | Какую задачу решает алгоритм Z-буфера | ПК-7.З.1 |
| 76 | Какие операции (последовательно) выполняются на геометрической стадии 3D-конвейера | ПК-7.У.1 |
| 77 | Для чего производится процесс растеризации | ПК-8.У.1 |
| 78 | Что такое "шейдер", какие бывают шейдеры | ПК-8.З.1 |
| 79 | Функции пиксельного шейдера | ПК-8.З.1 |
| 80 | Функции вершинного шейдера | ПК-8.З.1 |
| 81 | Задачи блока растровых операций (ROP) графического процессора | ПК-7.У.1 |
| 82 | Отличительные особенности конвейера поколения DirectX 10 | ПК-7.У.1 |
| 83 | Задачи текстурного модуля (TMU) графического процессора | ПК-8.З.1 |
| 84 | Причины возникновения альясинга ("лестничного эффекта") | ПК-8.У.1 |
| 85 | Суть работы краевого алгоритма сглаживания MSAA | ПК-8.З.1 |
| 86 | В чем отличие билинейной фильтрации от трилинейной | ПК-7.З.1 |

| | | |
|---|---|---|
| 87 | Особенность анизотропной фильтрации | ПК-8.У.1 |
| 88 | Что такое выборка (сэмплинг) пиксела | ПК-8.З.1 |
| 89 | Для каких задач применяется буфер трафарета (Stencil Buffer) | ПК-7.В.1 |
| 90 | Что такое альфа-смешивание (Alpha Blending) | ПК-8.З.1 |

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 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите, какую задачу выполняет алгоритм Z-буфера.<br>1. Отсечение фрагментов, загороженных другими объектами сцены<br>2. Отсечение фрагментов, выходящих за границы окна проекции<br>3. Отсечение линий, выходящих за границы окна проекции<br>4. Сборка полигонов из линий<br>5. Применение сглаживания к границам объектов | ПК-7.З.1 |
| 2 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Определите цвета, которые входят в субтрактивную модель CMY(k).<br>1. Голубой<br>2. Чёрный<br>3. Пурпурный<br>4. Жёлтый<br>5. Красный<br>6. Зелёный<br>7. Белый | ПК-7.З.1 |
| 3 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Выберите те объекты, которые имеют поверхностную модель геометрического представления.<br>1. B-rep сфера<br>2. 18-угольная полигональная призма<br>3. Сфера, заданная математическим уравнением 2 порядка<br>4. Воксельный куб<br>5. Фрактальный треугольник<br>6. П-образный объект, полученный применением логической операции XOR | ПК-7.З.1 |
| 4 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Укажите, какие из перечисленных операций относятся к аффинным | ПК-7.З.1 |

| | | |
|---|---|---|
| | преобразованиям.<br>1. Перемещение<br>2. Отражение<br>3. Скос<br>4. Масштабирование<br>5. Изгиб<br>6. Выдавливание<br>7. Инвертирование нормалей<br>8. Вращение | |
| 5 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите систему координат, которая применяется в компьютерной графике для построения моделей объектов.<br>1. Прямолинейная прямоугольная<br>2. Прямолинейная косоугольная<br>3. Полярная цилиндрическая<br>4. Полярная сферическая<br>5. Криволинейная бицентрическая | ПК-7.З.1 |
| 6 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Определите принцип, который лежит в основе рельефного текстурирования (Bump Mapping).<br>1. Смещения нормали к поверхности<br>2. Смещения нормали к вершине<br>3. Смещения вершин полигона по вертикальной оси<br>4. Смешивания цветов материала<br>5. Применения Альфа-канала | ПК-7.У.1 |
| 7 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите формат данных, который вы бы использовали для определения координат 3D-объекта в пространстве.<br>1. Целочисленный (Integer)<br>2. Логический (Boolean)<br>3. С плавающей запятой одинарной точности (FP32)<br>4. С плавающей запятой двойной точности (FP64)<br>5. Вещественный (Real) | ПК-7.У.1 |
| 8 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Какой способ моделирования будет оптимальным с точки зрения затрат времени и вычислительных ресурсов при создании модели вазы в редакторах 3ds Max/Blender/Maya.<br>1. Использовать примитив "параллелепипед" с дальнейшим редактированием вершин по координатам<br>2. Использовать кривую Безье и операцию вращения<br>3. Использовать две кривые Безье и операцию создания тела по опорным сечениям<br>4. Использовать логическую операцию "вычитание" для примитивов "параллелепипед" и "тор"<br>5. Использовать примитив "сфера" и инструмент "кисть" для ручного добавления полигонов к геометрии сферы | ПК-7.У.1 |
| 9 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите, какая характеристика текстуры обозначается буквами UV.<br>1. глубина цвета | ПК-7.У.1 |

| | | |
|---|---|---|
| | 2. размеры (длина/ширина)<br>3. прозрачность/непрозрачность<br>4. угол поворота<br>5. величина масштабирования | |
| 10 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Перечислите основные карты, входящие в состав физического материала PBR.<br>1. Альбедо (Albedo)<br>2. Металличность (Metallic)<br>3. Шероховатость (Roughness)<br>4. Рассеянный свет (Diffuse)<br>5. Зеркальное отражение (Specular) | ПК-7.У.1 |
| 11 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ**. Укажите инструмент в Blender, который используется для создания плавного перехода между двумя или более вершинами, рёбрами или гранями.<br>1. Knife Tool<br>2. Bevel Tool<br>3. Smooth Tool<br>4. Subdivide Tool<br>5. Loop Cut Tool | ПК-7.В.1 |
| 12 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Перечислите, какие из следующих инструментов Unity используются для работы с UI (пользовательским интерфейсом).<br>1. Canvas<br>2. TextMeshPro<br>3. EventSystem<br>4. Particle System<br>5. RectTransform<br>6. NavMesh | ПК-7.В.1 |
| 13 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ**. Укажите, на какой позиции в матрице аффинного преобразования T (матрица переноса) находится значение смещения по оси X – лямбда.<br>1. первая строка, 3 столбец<br>2. вторая строка, второй столбец<br>3. третья строка, первый столбец<br>4. третья строка, третий столбец | ПК-7.В.1 |
| 14 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Перечислите операции, которые можно выполнить в режиме редактирования (Edit Mode) в 3D-редакторе Blender.<br>1. экструдирование вершин, рёбер или граней<br>2. добавление материалов к объекту<br>3. создание новых вершин с помощью инструмента Spin<br>4. настройка освещения сцены<br>5. сглаживание геометрии с помощью Subdivide<br>6. применение модификатора Mirror | ПК-7.В.1 |
| 15 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ**. Укажите модификатор в Blender, используемый для создания массива копий объекта с возможностью их смещения, вращения или масштабирования.<br>1. Mirror | ПК-7.В.1 |

| | | |
|---|---|---|
| | 2. Array<br>3. Subdivision Surface<br>4. Solidify<br>5. Boolean<br>6. Bevel | |
| 16 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Определите, какие из перечисленных алгоритмов относятся к глобальному освещению.<br>1. Трассировка лучей<br>2. Метод излучательности<br>3. Фотонные карты<br>4. Затенение по Фонгу<br>5. Метод Ламберта | ПК-8.З.1 |
| 17 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите имя учёного, предложившего модель диффузного отражения света.<br>1. Иоганн Генрих Ламберт<br>2. Ву Тонг Фонг<br>3. Джеймс Ф. Блинн<br>4. Анри Гуро | ПК-8.З.1 |
| 18 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите название вектора, задающего положение точки в декартовой системе координат относительно начала координат.<br>1. Радиус-вектор<br>2. Орт<br>3. Нулевой луч<br>4. Вектор-нормаль<br>5. Свободный вектор | ПК-8.З.1 |
| 19 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите способ расчёта глобального освещения, при котором учитывается перенос энергии от одной поверхности объекта к другой и выполняется закон сохранения энергии?<br>1. Ray Tracing<br>2. Radiosity<br>3. Ray Casting<br>4. Path Tracing | ПК-8.З.1 |
| 20 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Отметьте функцию теста трафарета (Stencil), выполняемого графическим процессором при построении изображения.<br>1. Корректная отрисовка прозрачных и полупрозрачных объектов<br>2. Определение прямоугольной области рендеринга на экране<br>3. Устранение неопределённости при визуализации накладывающихся друг на друга полигонов<br>4. Сравнение дистанции от камеры до каждого полигона и отбрасывание заслонённых поверхностей | ПК-8.З.1 |
| 21 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Определите, алгоритмы, которые решают задачу удаления невидимых элементов в пространстве изображения.<br>1. Алгоритм Робертса | ПК-8.У.1 |

| | | |
|---|---|---|
| | 2. Алгоритм Вейлера-Айзертона<br>3. Алгоритм плавающего горизонта<br>4. Алгоритм художника<br>5. Алгоритм Z-буфера<br>6. Алгоритм Катмулла-Кларка | |
| 22 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите параметр, который определяет количество световых лучей, учитываемых при расчёте освещения сцены.<br>1. Resolution (разрешение)<br>2. Samples (количество выборок)<br>3. Subdivision (подразделение)<br>4. Texture Filtering (фильтрация текстур)<br>5. Depth of Field (глубина резкости) | ПК-8.У.1 |
| 23 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите метод, который позволяет ускорить визуализацию сцены за счёт предварительного вычисления освещения.<br>1. Ambient Occlusion (фоновое затенение)<br>2. Baking (запекание)<br>3. Motion Blur (размытие в движении)<br>4. Depth of Field (глубина резкости)<br>5. Subsurface Scattering (подповерхностное рассеивание) | ПК-8.У.1 |
| 24 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Укажите технологии, которые помогают достичь компромисса между качеством и скоростью рендеринга.<br>1. LOD (уровни детализации)<br>2. фильтрация текстур<br>3. использование процедурных текстур вместо растровых<br>4. глобальное освещение в реальном времени<br>5. применение трассировки лучей ко всей сцене<br>6. кеширование освещения и теней | ПК-8.У.1 |
| 25 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Отметьте те эффекты постобработки, которые могут значительно увеличить время рендеринга при неправильном их применении.<br>1. размытие в движении (Motion Blur)<br>2. свечение (Bloom)<br>3. хроматическая аберрация (Chromatic Aberration)<br>4. фоновое затенение в экранном пространстве (SSAO)<br>5. повышение резкости (Sharpening)<br>6. глубина резкости (Depth of Field) | ПК-8.У.1 |
| 26 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Какой язык программирования вы будете использовать для написания пиксельного шейдера поколения SM 5.0.<br>1. Ассемблер графического процессора<br>2. C#<br>3. HLSL<br>4. Python<br>5. JavaScript<br>6. Kotlin | ПК-8.В.1 |
| 27 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Какой | ПК-8.В.1 |

| | | |
|---|---|---|
| | режим рендеринга по умолчанию используется в Blender для создания фотореалистичных изображений?<br>1. Workbench<br>2. Eevee<br>3. Cycles<br>4. LuxCore<br>5. Octane | |
| 28 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Отметьте параметры, которые можно настроить в Blender у всех источников света.<br>1. цвет источника (Color)<br>2. интенсивность света (Strength)<br>3. размер источника (Size)<br>4. форма источника света (Shape)<br>5. тени (Shadows)<br>6. текстура света (Texture) | ПК-8.В.1 |
| 29 | **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Выберите только верные утверждения о настройке освещения в Blender.<br>1. HDRI-карты используются для создания реалистичного окружающего освещения<br>2. Sun Light имитирует направленный свет, например, от солнца<br>3. Emission Shader может использоваться для создания самосветящихся объектов<br>4. Area Light не может быть квадратной или прямоугольной формы<br>5. Spot Light создаёт узкий луч света с чёткими границами<br>6. Освещение не влияет на визуализацию теней при использовании Eevee | ПК-8.В.1 |
| 30 | **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите канал текстуры, который отвечает за имитацию неровностей на поверхности без изменения геометрии.<br>1. Diffuse<br>2. Specular<br>3. Bump<br>4. Subsurface<br>5. Transmission | ПК-8.В.1 |

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 дифф. зачёта), 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 | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо |

| | | |
|---|---|---|
| | установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца) | 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, используемые при выборе ответов | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно»\ «неверно») |
| 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.<br>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<br>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо |
| 3 | Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из | Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, |

| | | |
|---|---|---|
| | четырех предложенных и обоснованием выбора | 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 |
|---|---|
| 1 | Аффинные преобразования на плоскости. Изобразить плоскую геометрическую фигуру согласно индивидуальному варианту задания, задать матрицу её координат и при помощи матричных операторов выполнить три аффинных преобразования, указанных в индивидуальном варианте задания. |
| 2 | Построение ортографических проекций. В 3D-редакторе нарисовать трёхмерную фигуру согласно индивидуальному варианту задания и записать матрицу её координат. Построить ортографическую проекцию на плоскость, параллельную указанной в индивидуальном варианте плоскости (XoY, XoZ или YoZ). Применить матрицу проецирования. |

**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.

В частности, при разработке интерактивных Web3-приложений и компонент, на примере той, что используется в «Метавселенной ГУАП» при взаимодействии с тестовыми блокчейн-сетями, для моделирования топологий сетей 2 уровня и механизмов распространения и обработки транзакций применяется «Имитационная модель транзакционной распределённой сети» с последующей визуализацией результатов моделирования средствами компьютерной графики.

### 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:

- Булгаков Д.А. Моделирование, анимация и визуализация в пакете Blender: учебно-методическое пособие // Изд. СПб.: ГУАП, 2025. – 172с.; УДК 004.92; ББК 32.972.131.2, Б90
- Булгаков Д.А. Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max: учебно-методическое пособие / Изд. СПб.: ГУАП, 2021. – 199с.; УДК 004.0, Б90

Сроки сдачи и оценка лабораторных работ:

Перечень лабораторных работ приведён в таблице 6.

Предельный срок сдачи лабораторных работ – до конца учебной сессии студентов заочной формы обучения.

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. | Июнь текущего года | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование. | Июнь текущего года | 10 |
| 3 | Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование. | Июнь текущего года | 10 |
| 4 | Анимация геометрических объектов и материалов и визуализация сцены. | Июнь текущего года | 10 |

Баллы, набранные обучающимся за лабораторные работы, суммируются с баллами за контрольную работу (максимум – 50 баллов). На основе суммарного балла обучающийся получает оценку за работу в семестре. Баллы соотносятся с оценками следующим образом:

- менее 25 – «неудовлетворительно»;
- 26-34 – «удовлетворительно»;
- 35-42 – «хорошо»;
- 43-50 – «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.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

- Задание №1 – аффинные преобразования на плоскости;
- Задание №2 – построение ортографических 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 конца учебной сессии студентов заочной формы обучения. При загрузке контрольной работы позже установленного срока максимальный балл сокращается вдвое (с 10 до 5).

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются учебно-методические материалы по дисциплине, а также методические указания по выполнению лабораторных работ и контрольной работы. 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения текущий контроль успеваемости не проводится.

### 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 дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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 дифференцированного зачёта

Дифференцированный зачёт может проводиться в одной из двух форм:

1. блиц;
2. в виде теста.

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

Форма блиц

Обучающийся запускает специальную программу, которая случайным образом выбирает 1 вопрос из таблицы 16. Для ответа на каждый вопрос даётся 1 минута. Ответ происходит устно преподавателю. Всего 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. Обучающемуся 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 обучающемуся 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 обучающегося с дифференцированного зачёта с оценкой «неудовлетворительно».

Вопросы теста имеют варианты ответа. В зависимости от типа вопроса правильный ответ может быть либо один, либо ответов может быть несколько. Примерный перечень вопросов теста приведён в таблице 18.

Формирование итоговой оценки

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

Итоговая оценка по дисциплине складывается из двух оценок: за работу в семестре и за дифференцированный зачёт. В случае если две оценки различаются на 1 балл, обучающемуся задаётся дополнительный случайный вопрос из таблицы 16. При правильном ответе итоговая оценка округляется в большую сторону, иначе – в меньшую.

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 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |