

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

Кафедра № 42

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

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

В.А. Миклуш
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«29» января 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерная графика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационные системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Информационные системы и технологии в бизнесе
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

29.01.2026
(подпись, дата)

А.В.Аграновский
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 42

«29» января 2026 г, протокол № 05/2025-26

Заведующий кафедрой № 42

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

29.01.2026
(подпись, дата)

С.В. Мичурин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

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

29.01.2026
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности/специализации «Информационные системы и технологии в бизнесе». Дисциплина реализуется кафедрой «№42».

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»

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

ПК-3 «Способен разрабатывать техническую документацию на продукцию в сфере информационных технологий, управления технической информацией»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оцифровкой, созданием и редактированием статических и динамических моделей объектов и сцен, позволяющих анализировать и проектировать объекты визуальной информации с целью их использования в различных областях человеческой деятельности.

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 (3 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 изучение методов, технологий и инструментальных средств в области обработки, анализа и формирования визуальной информации, получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области особенностей построения современных систем компьютерной графики, моделей и алгоритмов, средств аппаратной и программной реализации, основных областей применения.

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	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-2.3.3 знать возможности и ограничения применения цифровых инструментов для решения поставленных задач УК-2.В.3 владеть навыками использования цифровых средств для решения поставленной задачи
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.У.1 уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен разрабатывать техническую документацию на продукцию в сфере информационных технологий, управления	ПК-3.3.1 знать основы маркетинга, основные характеристики аудитории; основные типы текстовых рекламных материалов, их особенности; средства подготовки слайд-шоу; средства визуального описания бизнес-процессов

	технической информацией	
--	-------------------------	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Мат.анализ»,
- «Информатика»,
- «Основы программирования»

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

- «Мультимедиа в бизнесе»,
- «Web-технологии»

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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	11	11
Аудиторные занятия, всего час.	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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
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/КР (час)	СР (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Основные понятия компьютерной графики Тема 1.1 Основные понятия и определения Тема 1.2 Цвет в компьютерной графике Тема 1.3 Методы представления графической информации	4		6		4

Раздел 2. Геометрические преобразования Тема 2.1 Координатный метод. Тема 2.2 Триангуляция Тема 2.3 Аффинные преобразования Тема 2.4 Виды проектирования.	8		12		10
Раздел 3. Базовые вычислительные и растровые алгоритмы Тема 3.1 Масштабирование и отсечение Тема 3.2 Растеризация примитивов Тема 3.3 Заполнение областей	6				8
Раздел 4. Кривые и криволинейные поверхности Тема 4.1 Математическое описание Тема 4.2 Интерполяция в компьютерной графике Тема 4.3 Сплайновые кривые и поверхности	6		8		10
Раздел 5. Методы улучшения растровых изображений Тема 5.1 Компенсация ступенчатого эффекта Тема 5.2 Компенсация погрешностей аффинных преобразований	4		4		4
Раздел 6. Методы и алгоритмы трехмерной графики Тема 6.1 Визуализация трехмерных изображений Тема 6.2 Отражение и преломление света в компьютерной графике	6		4		4
Итого в семестре:	34		34		40
Итого	34	0	34	0	40

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	Раздел 1. Основные понятия компьютерной графики Тема 1.1 Основные понятия и определения. Определение и задачи компьютерной графики. История развития и области применения компьютерной графики. Тема 1.2 Цвет в компьютерной графике. Цветовые модели и особенности их применения в компьютерной графике. Аддитивная, субтрактивная и перцепционная модели Тема 1.3 Методы представления графической информации. Растровая, векторная и фрактальная графика. Основные форматы файлов изображений, особенности их применения.
2	Раздел 2. Геометрические преобразования Тема 2.1 Координатный метод. Системы координат в компьютерной графике и связь между ними. Тема 2.2 Полигонизация. Минимальная выпуклая оболочка множества точек на плоскости и методы ее построения. Триангуляция. Тема 2.3 Аффинные преобразования. Преобразование

	координат на плоскости. Однородные координаты. Аффинные преобразования на плоскости и в пространстве. Тема 2.4 Виды проектирования. Параллельное и перспективное проектирование.
3	Раздел 3. Базовые вычислительные и растровые алгоритмы Тема 3.1 Масштабирование и отсечение. Масштабирование в окне. Алгоритмы отсечения. Тема 3.2 Растеризация примитивов. Особенности растеризации прямой линии и окружности. Тема 3.3 Заполнение областей. Стили заполнения. Текстуры и особенности их применения в трехмерной графике.
4	Раздел 4. Кривые и криволинейные поверхности Тема 4.1 Математическое описание. Представление кривых линий и поверхностей. Тема 4.2 Интерполяция в компьютерной графике. Интерполяция, аппроксимация и сглаживание. Интерполяционные полиномы. Тема 4.3 Сплайновые кривые и поверхности. Особенности различных сплайновых кривых. Бикубические поверхности и их особенности.
5	Раздел 5. Методы улучшения растровых изображений Тема 5.1 Компенсация ступенчатого эффекта. Ступенчатый эффект растровых изображений и методы его устранения. Тема 5.2 Компенсация погрешностей аффинных преобразований. Артефакты, возникающие при аффинных преобразованиях растровых изображений, и их устранение.
6	Раздел 6. Методы и алгоритмы трехмерной графики Тема 6.1 Визуализация трехмерных изображений. Алгоритмы удаления невидимых линий или поверхностей и их особенности. Тема 6.2 Отражение и преломление света в компьютерной графике. Модели отражения света. Модели преломления света. Модели освещенности и закрашивания поверхностей. Трассировка лучей в компьютерной графике

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)	Из них практической подготовки, (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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3				
1	Методы моделирования в компьютерной графике	2		1
2	Исследование фрактальной графики	4	1	1
3	Аффинные преобразования на плоскости	4	1	2
4	Аффинные преобразования в пространстве	4	2	2
5	Проективные преобразования	4	2	2
6	Сплайновая кривая Безье	4	1	4
7	Интерполяционная кривая Catmull-Rom	4	1	4
8	Исследование артефактов аффинных преобразований	4	1	5
9	Трехмерное моделирование в OpenGL	4	2	6
Всего		34		

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	40	40

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 приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<i>URL адрес</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
https://e.lanbook.com/book/213038 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы : учебное пособие / Е. А. Никулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 708 с.	
https://e.lanbook.com/book/516784 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация : учебное пособие / Е. А. Никулин. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 200 с.	
https://e.lanbook.com/book/235676 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, О. А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с.	
<i>Библиотека ГУАП</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?832367	Использование методов преобразования координат для формирования растровых изображений: учебно-методическое пособие / А. В. Аграновский ; С-Пб, ГУАП, 2024. - 40 с.	

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/	Электронная интегрированная образовательная среда ГУАП «Личный кабинет»
https://guap.ru/	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет»
https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»
https://znanium.ru/	ЭБС «Znanium»

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
	Не предусмотрено

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Аудитория для проведения лабораторных работ	33-02 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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 (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

1.	Перечислите области применения компьютерной графики в современном мире и приведите по одному примеру использования для каждой области.	ПК-3.3.1
2.	Дайте определение понятия «цветовая модель» и перечислите основные типы цветовых моделей, используемых в компьютерной графике (аддитивные, субтрактивные, перцепционные).	ПК-3.3.1
3.	Перечислите компоненты аддитивной цветовой модели RGB и объясните, как формируется цвет в этой модели.	ПК-3.3.1
4.	Назовите компоненты субтрактивной цветовой модели CMYK и укажите, для каких задач она преимущественно применяется.	ПК-3.3.1
5.	Охарактеризуйте перцепционные цветовые модели (на примере HSB/HSV) и перечислите их ключевые параметры.	ПК-3.3.1
6.	Сравните цветовые модели RGB и CMYK: укажите их назначение, принципы формирования цвета, области применения и основные ограничения. Представьте результаты в виде таблицы с тремя колонками: «Критерий», «RGB», «CMYK».	ОПК-1.У.1
7.	Объясните, как глубина цвета влияет на качество изображения и объём занимаемой памяти. Приведите два примера: для изображения 1024×768 пикселей с глубиной цвета 8 бит и 24 бита. Рассчитайте объём памяти для каждого случая в килобайтах.	ОПК-1.У.1
8.	Дайте определение растровой графики и перечислите её ключевые характеристики (разрешение, глубина цвета, размер файла).	ПК-3.3.1
9.	Охарактеризуйте векторную графику: укажите принцип хранения данных, основные элементы (примитивы) и преимущества перед растровой графикой.	ПК-3.3.1
10.	Объясните суть фрактальной графики и приведите примеры ее применения для получения изображений.	УК-2.3.3
11.	Перечислите не менее пяти распространённых форматов растровых изображений (например, JPEG, PNG, BMP) и укажите для каждого основную область применения.	ПК-3.3.1
12.	Дайте определения понятиям «разрешение изображения» и «глубина цвета», запишите формулы для расчёта объёма растрового файла через эти параметры.	УК-2.3.3
13.	Приведите примеры алгоритмов сжатия изображений (с потерями и без потерь) и укажите, в каких форматах они применяются.	УК-2.3.3
14.	Сравните растровый и векторный методы представления графики по критериям: масштабируемость, объём файла, качество при увеличении, удобство редактирования. Представьте результат в виде таблицы с выводами.	ОПК-1.У.1
15.	Сопоставьте фрактальную графику с растровой и векторной по критериям: способ описания изображения, масштабируемость, вычислительная сложность генерации, типичные области применения. Сделайте вывод о нишевом характере фрактальной графики.	ОПК-1.У.1
16.	Сопоставьте фрактальную графику с растровой и векторной по критериям: способ описания изображения,	УК-2.В.3

	масштабируемость, вычислительная сложность генерации, типичные области применения. Сделайте вывод о нишевом характере фрактальной графики.	
17.	Дайте определение координатного метода в компьютерной графике и перечислите основные системы координат, применяемые в этой области (мировая, видовая, объектная, экранная и т.д.).	УК-2.3.3
18.	Дайте определения понятий «мировая система координат», «видовая система координат», «видовая система координат» и «экранная система координат». Кратко поясните, в чём состоит их функциональное различие.	УК-2.3.3
19.	Проанализируйте, как изменение начала координат или направления осей влияет на координаты объектов в сцене. Приведите два примера: один для 2D, другой для 3D, — и покажите пересчёт координат.	ОПК-1.У.1
20.	Создайте наглядную схему (блок-диаграмму) этапов преобразования координат в 3D-графике: от моделирования в мировой системе до отображения на экране. Для каждого блока укажите тип системы координат и вид преобразования. Поясните, как эта схема помогает понять конвейер рендеринга.	УК-2.В.3
21.	Дайте определение понятия «полигонизация» в компьютерной графике и перечислите основные задачи, для решения которых она применяется.	УК-2.3.3
22.	Сформулируйте определение минимальной выпуклой оболочки (МВО) множества точек на плоскости и приведите графическую иллюстрацию для набора из 5–6 точек.	УК-2.3.3
23.	Дайте определение триангуляции множества точек и объясните, что такое триангуляция Делоне. Укажите её ключевое свойство.	УК-2.3.3
24.	Постройте триангуляцию Делоне для набора из 6 точек (например: (0,0), (2,0), (1,2), (3,3), (1,4), (0,3)). Опишите шаги построения и проверьте выполнение критерия Делоне для всех треугольников.	УК-2.3.3
25.	Примените алгоритм Грэхема для построения минимальной выпуклой оболочки для заданного набора точек (например: (0,0), (2,2), (3,1), (1,3), (4,4)). Опишите все шаги алгоритма и изобразите промежуточные состояния.	ОПК-1.У.1
26.	Разработайте алгоритм построения минимальной выпуклой оболочки методом «заворачивания подарка» (Джарвиса) с учётом возможных вырожденных случаев (коллинеарные точки). Опишите логику обработки таких случаев и приведите пример работы алгоритма на наборе с коллинеарными точками.	УК-2.В.3
27.	Дайте определение аффинного преобразования и перечислите его основные свойства (сохранение параллельности прямых, отношений расстояний и т.д.).	УК-2.3.3
28.	Объясните, что такое однородные координаты, и покажите, как точка (x,y) на плоскости представляется в однородных координатах. Запишите общую форму записи.	УК-2.3.3

29.	Опишите особенности применения однородных координат при математическом описании точек и векторов.	УК-2.3.3
30.	Перечислите основные виды аффинных преобразований на плоскости (перенос, масштабирование, поворот, сдвиг) и запишите соответствующие им матрицы в однородных координатах.	УК-2.3.3
31.	Запишите матрицы аффинных преобразований для трёхмерного пространства: перенос, масштабирование и поворот вокруг оси Z. Поясните смысл параметров в матрицах.	УК-2.3.3
32.	Выполните последовательное преобразование точки P(2,3): сначала масштабирование с коэффициентами $S_x=2$, $S_y=0,5$, затем перенос на вектор (1, -2). Запишите матрицы преобразований в однородных координатах, выполните умножение и укажите итоговые координаты точки.	ОПК-1.У.1
33.	Проанализируйте, как изменение порядка применения преобразований (например, перенос + поворот vs поворот + перенос) влияет на итоговые координаты точки. Приведите два примера с расчётами для точки R(3,2) и сделайте вывод.	ОПК-1.У.1
34.	Рассчитайте матрицу комбинированного преобразования для поворота на 30 градусов относительно точки (2,1). Опишите последовательность шагов (перенос начала координат, поворот, обратный перенос), запишите матрицы и итоговую матрицу. Примените её к точке (3,4) и укажите результат.	ОПК-1.У.1
35.	Разработайте алгоритм выполнения последовательности аффинных преобразований для анимации объекта (например, вращение колеса автомобиля с одновременным перемещением по траектории). Включите 5–6 шагов (выбор системы координат, составление матриц, учёт порядка преобразований, визуализация) и приведите пример расчёта для одной точки колеса.	УК-2.В.3
36.	Дайте определение проектирования в компьютерной графике и перечислите основные виды проектирования (параллельное, перспективное). Кратко охарактеризуйте каждый вид.	УК-2.3.3
37.	Перечислите виды параллельного проектирования (ортогональное, аксонометрическое, изометрическое и т.д.) и укажите, в каких областях они преимущественно применяются.	УК-2.3.3
38.	Перечислите виды параллельного проектирования (ортогональное, аксонометрическое, изометрическое и т.д.) и укажите, в каких областях они преимущественно применяются.	УК-2.3.3
39.	Охарактеризуйте перспективное проектирование: назовите его ключевые особенности, типы (одноточечная, двухточечная, трёхточечная перспектива) и области применения.	УК-2.3.3
40.	Перечислите преимущества и недостатки параллельного проектирования по сравнению с перспективным. Представьте результат в виде таблицы с двумя колонками: «Параллельное проектирование» и «Перспективное	УК-2.3.3

	проектирование».	
41.	Преобразуйте заданную 3D-модель (например, тетраэдр с вершинами (0,0,0), (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1)) в параллельную проекцию на плоскость XZ. Запишите матрицу преобразования, выполните вычисления и укажите координаты проекций всех вершин.	ОПК-1.У.1
42.	Преобразуйте заданную 3D-модель (например, тетраэдр с вершинами (0,0,0), (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1)) в перспективную проекцию на плоскость XY. Запишите матрицу преобразования, выполните вычисления и укажите координаты проекций всех вершин.	ОПК-1.У.1
43.	Сравните изометрическую и перспективную проекции одного и того же объекта (например, дома) по критериям: сохранение пропорций, реалистичность изображения, сложность вычислений. Представьте результаты в виде таблицы и сделайте вывод о целесообразности применения каждого вида.	ОПК-1.У.1
44.	Разработайте алгоритм построения двухточечной перспективы для архитектурного объекта (например, здания с окнами и дверями). Включите 5–6 шагов (определение точек схода, построение основных линий, добавление деталей) и приведите пример его применения для простого здания. Изобразите итоговую схему.	УК-2.В.3
45.	Оцените эффективность использования параллельного и перспективного проектирования для задачи визуализации интерьера квартиры. Разработайте два варианта визуализации (один в параллельной проекции, другой — в перспективной) и сравните их по критериям: информативность для заказчика, реалистичность, время построения. Сделайте вывод о предпочтительном методе.	УК-2.В.3
46.	Обоснуйте выбор типа проектирования (параллельное или перспективное) для задачи создания технической документации (чертежи деталей, схемы механизмов). Учитывайте требования к точности размеров, читаемости и стандартизации. Приведите пример чертежа и поясните, почему выбранный тип проекции оптимален.	УК-2.В.3
47.	Объясните, что такое масштабирование в окне, и опишите, какие параметры необходимы для его реализации (границы окна, коэффициенты масштабирования и т.д.).	УК-2.3.3
48.	Дайте определение операции отсечения (клиппинга) в компьютерной графике. Назовите две основные задачи, которые решает отсечение.	УК-2.3.3
49.	Перечислите этапы алгоритма отсечения Козна-Сазерленда и кратко охарактеризуйте каждый этап.	УК-2.3.3
50.	Опишите принцип работы алгоритма отсечения Лианга-Барски. Укажите, на каких математических вычислениях он основан (параметрическое представление отрезка).	УК-2.3.3
51.	Примените алгоритм Козна Сазерленда для отсечения отрезка с концами P1(1,5) и P2(8,2) относительно окна с границами $x_{\min}=3$, $x_{\max}=7$, $y_{\min}=1$, $y_{\max}=4$. Опишите все шаги: присвоение кодов, проверка тривиального	ОПК-1.У.1

	принятия/отклонения, вычисление точек пересечения. Изобразите схему.	
52.	Примените алгоритм Лианга Барски для отсечения того же отрезка (P1(1,5), P2(8,2)) относительно того же окна. Запишите параметрические уравнения, рассчитайте параметры u_1 и u_2 , определите видимую часть отрезка. Сравните результат с результатом алгоритма Козна Сазерленда.	ОПК-1.У.1
53.	Рассчитайте коэффициенты масштабирования для отображения модели с границами $(x_{\min}, y_{\min})=(-5, -3)$, $(x_{\max}, y_{\max})=(5, 3)$ в окне вывода размером 800×600 пикселей. Опишите шаги расчёта и укажите итоговые коэффициенты S_x и S_y .	ОПК-1.У.1
54.	Разработайте алгоритм комбинированного масштабирования и отсечения для отображения 2D сцены в окне приложения. Включите 5–6 шагов (определение границ сцены, расчёт коэффициентов масштабирования, отсечение объектов за пределами окна, преобразование координат, визуализация). Приведите пример работы алгоритма для сцены с 3 отрезками.	УК-2.В.3
55.	Объясните, в чём состоит основная проблема растеризации непрерывных геометрических примитивов на дискретной растровой сетке. Приведите пример искажения линии из-за дискретности пикселей.	УК-2.3.3
56.	Перечислите требования к эффективным алгоритмам растеризации (скорость, точность, минимизация ошибок) и поясните важность каждого требования.	УК-2.3.3
57.	Дайте определение алгоритма цифрового дифференциального анализатора (DDA) и опишите его основной принцип работы при растеризации отрезка. Укажите его ключевые недостатки.	УК-2.3.3
58.	Примените алгоритм Брезенхема для растеризации отрезка (P1(2,3), P2(8,6)). Опишите шаги: инициализация ошибки, последовательность выбора пикселей. Сравните результат с результатом DDA по точности и скорости.	ОПК-1.У.1
59.	Выполните растеризацию четверти окружности радиусом $R=5$ с центром в начале координат, используя алгоритм Брезенхема. Запишите последовательность выбранных пикселей и покажите, как используется симметрия для получения полной окружности.	ОПК-1.У.1
60.	Преобразуйте алгоритм Брезенхема для случая, когда отрезок имеет отрицательный наклон (например, от (1,5) до (7,2)). Опишите модификации в логике выбора пикселей и расчёте ошибки. Приведите итоговую последовательность пикселей.	ОПК-1.У.1
61.	Разработайте алгоритм растеризации отрезка с толщиной больше одного пикселя, основанный на алгоритме Брезенхема. Включите 5–6 шагов (расчёт базового отрезка, определение перпендикулярного направления, построение параллельных линий, заполнение пикселей).	УК-2.В.3
62.	Синтезируйте знания о растеризации и создайте рекомендации по оптимизации алгоритма Брезенхема для	УК-2.В.3

	встраиваемых систем с ограниченными ресурсами (например, микроконтроллеры). Включите три метода (использование целочисленной арифметики, минимизация операций деления, табличное хранение коэффициентов) и оцените потенциальное ускорение вычислений. Приведите формулу для расчёта числа операций до и после оптимизации.	
63.	Опишите математическую суть и назначение теста принадлежности точки многоугольнику	УК-2.3.3
64.	Дайте определение стилям заполнения и классифицируйте их по способу формирования изображения внутри контура.	УК-2.3.3
65.	Сформулируйте определение текстуры в компьютерной графике и перечислите основные параметры текстурирования (координаты, фильтрация, мип-мэппинг).	УК-2.3.3
66.	Выполните наложение простой текстуры (шахматный узор 8×8 клеток) на плоскую поверхность с заданными UV-координатами вершин: (0,0), (1,0), (1,1), (0,1). Опишите процесс сопоставления пикселей текстуры с пикселями поверхности и изобразите итоговый результат схематично.	ОПК-1.У.1
67.	Преобразуйте заданную текстуру (например, кирпичную стену) с помощью аффинных преобразований (масштабирование, поворот) для наложения на наклонную плоскость. Запишите матрицу преобразования, выполните расчёт новых координат текстуры и опишите визуальные изменения.	ОПК-1.У.1
68.	Аргументируйте, почему при использовании перспективной проекции необходимо применять перспективно-корректную интерполяцию текстурных координат вместо простой линейной интерполяции.	УК-2.В.3
69.	Перечислите способы математического описания кривых и поверхностей (явное, неявное и параметрическое представление) и приведите для каждого способа по одному примеру уравнения.	УК-2.3.3
70.	Перечислите основные методы интерполяции, применяемые в компьютерной графике, и кратко охарактеризуйте каждый из них.	УК-2.3.3
71.	Назовите отличия между интерполяцией и аппроксимацией; приведите по одному практическому примеру применения каждого подхода в компьютерной графике.	УК-2.3.3
72.	Объясните, в чём заключается проблема осцилляции полиномов высокой степени при интерполяции, и укажите, какие практические последствия это имеет для компьютерной графики.	УК-2.3.3
73.	Постройте интерполяционный полином Лагранжа для заданного набора из трёх точек и вычислите значение полинома в промежуточной точке.	ОПК-1.У.1
74.	Постройте интерполяционный полином Ньютона для заданного набора из трёх точек и вычислите значение полинома в промежуточной точке.	ОПК-1.У.1
75.	Опишите, что такое В-сплайны, и перечислите их основные преимущества перед полиномиальной интерполяцией.	УК-2.3.3

76.	Дайте определение бикубической поверхности, запишите её общее параметрическое уравнение и назовите основные способы задания контрольных точек.	УК-2.3.3
77.	Постройте кубический сплайн Безье для заданного набора из четырёх точек	ОПК-1.У.1
78.	Постройте кубический сплайн Catmull Rom. для заданного набора из четырёх точек.	ОПК-1.У.1
79.	Сравните локальные свойства управления формой у кривых Безье и В-сплайнов на примере модификации одной контрольной точки; сделайте выводы о преимуществах В-сплайнов.	ОПК-1.У.1
80.	Проведите сравнительный анализ эффективности различных методов представления сложных поверхностей кривых с точки зрения: точности аппроксимации; вычислительной сложности операций; удобства интерактивного редактирования.	УК-2.В.3
81.	Перечислите методы устранения ступенчатого эффекта (antialiasing) и кратко охарактеризуйте каждый из них.	УК-2.3.3
82.	Назовите основные артефакты, возникающие при выполнении аффинных преобразований растровых изображений (масштабирование, поворот, сдвиг), и кратко объясните причины их появления.	УК-2.3.3
83.	Примените метод Оуэна-Македона для коррекции артефактов при повороте растрового изображения на заданный угол; опишите последовательность шагов и полученные результаты.	ОПК-1.У.1
84.	Перечислите основные алгоритмы удаления невидимых линий и поверхностей, применяемые в компьютерной графике, и кратко охарактеризуйте область их применения.	УК-2.3.3
85.	Опишите, какие математические операции (векторные произведения, системы уравнений) используются в алгоритме Робертса и для каких целей.	УК-2.3.3
86.	Примените алгоритм Z-буфера к простой сцене из трёх пересекающихся треугольников; постройте Z-буфер и определите видимые фрагменты каждого треугольника для заданной точки обзора.	ОПК-1.У.1
87.	Примените метод построчного сканирования к сцене с несколькими полигонами; постройте активные списки рёбер для нескольких строк сканирования и определите видимые сегменты.	ОПК-1.У.1
88.	Выполните этап «удаления нелицевых граней» в алгоритме Робертса для единичного куба с центром в начале координат при заданной позиции наблюдателя; запишите уравнения плоскостей и результаты скалярных произведений нормалей с вектором взгляда.	ОПК-1.У.1
89.	Перечислите виды закрашивания поверхностей (плоское, Гуро, Фонга) и кратко охарактеризуйте каждый метод.	УК-2.3.3
90.	Дайте определение модели Ламберта для диффузного отражения и запишите её математическое выражение.	УК-2.3.3
91.	Опишите суть модели отражения Фонга, укажите входящие в неё компоненты и запишите формулу расчёта	УК-2.3.3

	освещённости.	
92.	Опишите суть модели отражения Гуро, укажите входящие в неё компоненты и запишите формулу расчёта освещённости.	УК-2.3.3
93.	Рассчитайте интенсивность диффузного отражения для заданной поверхности по модели Ламберта при заданных параметрах: нормаль поверхности n , направление источника света l , интенсивность источника I и коэффициент диффузного отражения k_d .	ОПК-1.У.1
94.	Сравните результаты закрашивания треугольной грани с использованием методов Гуро и Фонга; постройте схемы распределения интенсивности по вершинам и внутри грани.	ОПК-1.У.1
95.	Проведите сравнительное исследование прямой и обратной трассировки по критериям: визуальная реалистичность (точность моделирования отражений, преломлений, теней, каустик); вычислительная сложность (время рендеринга, количество операций пересечения); требования к памяти (хранение лучей, промежуточных данных); масштабируемость (зависимость от разрешения экрана, сложности сцены, глубины рекурсии); устойчивость к шуму (для стохастических вариантов).	УК-2.В.3

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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 обучающимися 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, алгоритмов и способов решения конкретных задач.
- Рассмотрение примеров.
- 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 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 практической реализации полученных знаний.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание представлено в ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» (<https://pro.guap.ru/>). Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, подробное изложение теоретических положений, используемых при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и конкретные выводы по результатам выполненной работы, список использованных источников.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с образцом, представленным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе нормативной документации для учебного процесса. Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с нормативными требованиями ГУАП (www.guap.ru), изложенными в разделе нормативной документации для учебного процесса.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ 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 ему 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-методический материал по дисциплине;

Список тем для самостоятельного изучения:

- практическое использование преобразований координат на плоскости и в пространстве
- особенности применения проекций в компьютерной графике
- бикубические поверхности и их применение в компьютерной графике
- платоновы тела
- основы 3D-графики
- особенности использования графических пакетов для создания и обработки 3D-изображений

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.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с учетом своевременности, полноты и качества выполнения лабораторных работ, соответствия оформления отчетов нормативным требованиям ГУАП, правильности ответов на контрольные вопросы, а также активности на лекционных занятиях.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации наравне с ответами на экзаменационные вопросы, поскольку отражают сформированность перечисленных в таблице 1 компетенций с точки зрения приобретенных умений и навыков.

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».

Критерии оценки уровня сформированности компетенций по 5-балльной шкале представлены в таблице 14.

Для получения допуска к прохождению промежуточной аттестации обучающийся должен выполнить, выложить отчеты в личный кабинет и успешно защитить предусмотренные рабочей программой дисциплины лабораторные работы. Допуск к прохождению промежуточной аттестации предоставляется, если все отчеты в личном кабинете приняты преподавателем.

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