

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГУГУ»)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Факультет информационных систем и безопасности  
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

01.03.04 Прикладная математика

---

*Код и наименование направления подготовки/специальности*

Математика информационных сред

---

*Наименование направленности (профиля)/ специализации*

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *очная*

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2024

*МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ*

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

Канд. тех. наук, доцент, профессор кафедры Фундаментальной и прикладной математики А.Д. Козлов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры  
фундаментальной и прикладной математики  
№ 8 от 20.03.2024

## Оглавление

1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Структура дисциплины.....	4
3. Содержание дисциплины.....	5
4. Образовательные технологии.....	6
5. Оценка планируемых результатов обучения.....	6
5.1 Система оценивания.....	6
5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине.....	7
5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	10
6.1 Список источников и литературы.....	10
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	10
6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	12
9. Методические материалы.....	13
9.1 Планы практических занятий.....	13
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	18

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

*Цель дисциплины:* формирование у студентов знаний, умений и навыков использования средств информационных технологий в области компьютерной графики и применению данных знаний в их дальнейшей профессиональной деятельности.

*Задачи дисциплины:* сформировать и укрепить систему основных понятий и этапов создания геометрических объектов как основы для построения и обработки сложных изображений; развить у студентов пространственное мышление и воображение, необходимые для построения визуальных объектов; научить студентов оценивать преимущества, недостатки и ограничения различных методов обработки изображений.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей	ПК-3.1. Владеет навыками работы с информационными системами для разработки новых теоретических положений и решения практических проблем	Знать: постановку задачи синтеза сложного динамического изображения и основные этапы ее решения. Уметь: создавать модель синтезируемой визуальной обстановки; применять математические модели объектов при визуализации сцен. Владеть: навыками разработки модели синтезируемой визуальной обстановки.
	ПК-3.4. Строит математические модели различных типов, исследует их	Знать: основные принципы формализации задачи синтеза изображения, разработки модели синтезируемой визуальной обстановки. Уметь: разрабатывать модель синтезируемой визуальной обстановки; разрабатывать формализованное математическое представление объектов обстановки. Владеть: навыками разработки формализованной модели синтеза визуальной обстановки.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели обработки изображений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин (модулей): «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Современные технологии программирования в задачах математики», «Информационные модели и процессы цифровой экономики», «Математические основы современной физики», «Разработка алгоритмов и программных средств решения задач математики», «Иностранный язык».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Математическое моделирование», «Программные средства научных исследований», Производственная практика «Проектно-технологическая практика», Производственная практика «Научно-исследовательская работа».

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 академических часа (ов).

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
7	Лекции	18
7	Практические занятия	24
Всего:		42

Объем дисциплины в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 66 академических часа(ов).

## 3. Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение в компьютерную графику. Основы растровой графики.

Системы координат и модели геометрических объектов, применяемые в машинной графике. Способы задания геометрических объектов.

Базовые алгоритмы компьютерной графики.

Алгоритмы разложения отрезков и кривых в растр (ЦДА, Брезенхема, Ву).

Алгоритм Брезенхема рисования окружности. Метод средней точки. Построение эллипса. Основы устранения ступенчатости.

### Тема 2. Растровая развертка сплошных областей. Отсечение объектов.

Растровая развертка сплошных областей. Способы генерации растровых изображений. Способы генерации растровых изображений (формирование буфера кадра). Растровая развертка в реальном времени. Групповое кодирование, клеточное кодирование, использование буфера кадра. Изображение отрезков. Изображение литер.

Растровые алгоритмы заполнения сплошных областей. Растровые алгоритмы заполнения. Заполнение многоугольников с упорядоченным списком ребер. Алгоритмы заполнения по ребрам, с перегородкой, со списком ребер и флагом.

Затравочные алгоритмы заполнения сплошных областей: простой и построчный с затравкой.

Плоские алгоритмы отсечения отрезков регулярным отсекателем. Виды отсекателей, используемых в машинной графике. Отсечение отрезков на плоскости: алгоритмы отсечения: простой, основанный на разбиении сторонами отсекателя (Сазерленда-Коэна), основанный на разбиении отрезка средней точкой.

Алгоритмы отсечения отрезков нерегулярным и произвольным выпуклым отсекателем. Методы идентификации выпуклых и невыпуклых многоугольников. Разбиение невыпуклых многоугольников на выпуклые составляющие. Отсечение невыпуклым отсекателем. Отсечение в трехмерном пространстве.

### **Тема 3. Удаление невидимых линий и поверхностей. Создание реалистических изображений.**

Задача удаления невидимых линий и поверхностей. Классификация алгоритмов по способу выбора системы координат (объектное пространство, пространство изображений). Преобразования в трехмерном пространстве.

Трехмерное представление функций. Приближение, воспроизведение и методы аппроксимации поверхностей. Алгоритм плавающего горизонта.

Удаление невидимых линий в объектном пространстве.

Удаление невидимых линий и поверхностей в пространстве изображений. Алгоритмы Варнока (разбиение окнами), Вейлера-Азертона и Z-буфера. Алгоритмы списка приоритетов и построчного сканирования. Определение видимости трассировкой лучей.

Простая модель освещения. Вычисление вектора нормали и вектора отраженного луча в простой модели освещения.

Методы закрашивания поверхностей. Однотонная закрашка, методы Гуро и Фонга.

Алгоритм трассировки при глобальной модели освещения. Модель освещения, учитывающая отражение, прозрачность и преломление. Расчет вектора преломления. Алгоритмы создания теней и учета фактуры поверхности.

Метод излучательности и его математические предпосылки. Прикладное использование трехмерной машинной графики и реалистических изображений

## **4. Образовательные технологии**

Для проведения *занятий лекционного типа* по дисциплине применяются такие образовательные технологии как лекция-визуализация с применением слайд-проектора.

Для проведения *практических занятий* используются такие образовательные технологии как: решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

В рамках *самостоятельной работы* студентов проводится консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

## **5. Оценка планируемых результатов обучения**

### **5.1 Система оценивания**

<b>Форма контроля</b>	<b>Макс. количество баллов</b>	
	<b>За одну работу</b>	<b>Всего</b>

Текущий контроль: - домашнее задание - тестирование	25 баллов 10 баллов	50 баллов 10 баллов
Промежуточная аттестация - зачет (Ответы на вопросы)		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		100 баллов

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно		не зачтено
0 – 19		F	

## 5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	зачтено	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ C	зачтено	Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».
67-50/ D,E	зачтено	Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».
49-0/ F,FX	не зачтено	Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Текущий контроль

#### *Примерные вопросы для тестирования*

##### Вариант 1

1. Понятие линейного преобразования. Аффинные преобразования, определение, свойства
2. Какая величина принимается за ошибку в алгоритме Брезенхема с устранением ступенчатости
3. Приведите расчетные соотношения для выбора пикселей при использовании алгоритма Брезенхема разложения окружности в растр

##### Вариант 2

1. Геометрические преобразования на плоскости. Вывод расчетных соотношений для вычисления координат преобразованной точки для операций переноса, масштабирования, поворота.
2. Как осуществляется переход от действительного алгоритма Брезенхема к целочисленному
3. Постройте график зависимости длины наибольшей ступеньки отрезка (количества ступенек) в зависимости от угла наклона отрезка

##### Вариант 3

1. Скалярная и матричная формы записей выражений для вычисления координат при выполнении преобразований
2. Как следует модифицировать алгоритм Брезенхема для построения окружности, чтобы можно было построить эллипс
3. Определите количество пикселей в ступеньке отрезка, имеющего тангенс угла наклона  $\frac{3}{4}$

##### Вариант 4

1. Коммутативные и некоммутирующие операции преобразования.



2. Назовите количество и сами альтернативные пиксели, рассматриваемые при разложении отрезков в растр.

3. Рассчитайте интенсивность первых 6-ти пикселей отрезка, имеющего тангенс угла наклона  $1/4$ .

### **Вариант 5**

1. Аддитивные и мультипликативные операции преобразования.

2. Сформулируйте основной принцип выбора пикселей при разложении отрезков в растр.

3. Почему при изображении кривых непосредственно не используют уравнения этих кривых, а применяют специальные алгоритмы

### ***Примерные домашние задания***

Домашнее задание 1.

#### **Комплексная геометрическая задача с отображением результатов в графическом режиме**

На плоскости заданы два множества точек. Найти такую окружность (окружность должна проходить хотя бы через три различные точки первого множества) и такой треугольник (вершины треугольника должны располагаться в точках второго множества), что прямая, соединяющая центр окружности и точку пересечения высот треугольника, образует минимальный угол с осью ординат.

Домашнее задание 2.

#### **Реализация и исследование операций преобразования на плоскости**

Студенты в ходе выполнения лабораторной работы должны закрепить теоретические знания, реализовав операции преобразования к конкретному изображению, экспериментальным путем выявить свойства операций преобразования. В качестве объекта преобразований предлагается изображение, состоящее из ряда геометрических объектов

### **Промежуточная аттестация (зачет)**

#### ***Контрольные вопросы по дисциплине***

1. Системы координат, применяемые в машинной графике.
2. Модели геометрических объектов, применяемые в машинной графике.
3. Способы задания геометрических объектов.
4. Базовые алгоритмы компьютерной графики и области их применения.
5. Алгоритмы разложения отрезков в растр (ЦДА, Брезенхема, Ву).
6. Алгоритм Брезенхема рисования окружности
7. Метод средней точки. Построение эллипса.
8. Основы устранения ступенчатости
9. Способы генерации растровых изображений (формирование буфера кадра).
10. Заполнение многоугольников. Алгоритм с упорядоченным списком ребер.
11. Алгоритмы заполнения по ребрам, с перегородкой, со списком ребер и флагом.
12. Простой затравочный и построчный алгоритм заполнения с затравкой.
13. Алгоритм отсечения Сазерленда-Коэна.
14. Методы идентификации выпуклых и невыпуклых многоугольников.
15. Алгоритмы разбиения невыпуклых многоугольников на выпуклые составляющие.
16. Задача отсечения для невыпуклого отсекателя.
17. Последовательное отсечение многоугольника (алгоритм Сазерленда-Ходжмена).
18. Отсечение невыпуклыми областями (алгоритм Вейлера-Азертонна).
19. *Методы аппроксимации поверхностей.*
20. *Алгоритм плавающего горизонта.*
21. Удаление невидимых линий в объектном пространстве.

22. Математические предпосылки алгоритма Робертса.
23. Удаление невидимых линий и поверхностей в пространстве изображений.
24. Алгоритм Варнока (разбиение окнами).
25. Алгоритм Z-буфера.
26. Алгоритм, использующий список приоритетов.
27. Алгоритмы построчного сканирования для криволинейных поверхностей.
28. Алгоритмы определения видимых поверхностей путем трассировки лучей.
29. *Вычисление вектора нормали и вектора отраженного луча в модели освещения.*
30. Метод Гуру закраски поверхностей (получение сглаженного изображения).
31. Закраска Фонга (улучшение аппроксимации кривизны поверхности).
32. Алгоритм трассировки лучей в глобальной модели освещения.
33. Модель освещения с учетом, отражения, прозрачности и преломления.
34. Расчет вектора преломления.
35. Алгоритмы создания теней и учета фактуры поверхности.
36. Математические основы метода излучательности.
37. Прикладное использование трехмерной машинной графики и реалистических изображений

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Список источников и литературы

#### Литература

##### Основная

1. Боресков Алексей Викторович. Компьютерная графика : Учебник и практикум / А. В. Боресков [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 219. - (Бакалавр. Прикладной курс). - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
2. Петров М. Н. Компьютерная графика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" / М. Н. Петров, В. П. Молочков. - 2-е изд. - М. [и др.] : Питер, 2004. - 810 с.
3. Вечтомов, Е. М. Компьютерная геометрия: геометрические основы компьютерной графики : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. М. Вечтомов, Е. Н. Лубягина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 157 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13415-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541577> .
4. Боресков, А. В. Основы компьютерной графики : учебник и практикум для вузов / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13196-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536466> .

##### Дополнительная

1. Алгоритмические основы растровой машинной графики: учеб. пособие / Д. В. Иванов [и др.]. - М.: Интернет-Ун-т информ. технологий: БИНОМ, Лаб. знаний, 2007. - 283 с.
2. Цифровые технологии в дизайне. История, теория, практика : учебник и практикум для вузов / А. Н. Лаврентьев [и др.] ; под редакцией А. Н. Лаврентьева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16034-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530297>.
- Вечтомов, Е. М. Компьютерная геометрия: геометрические основы компьютерной графики : учебное пособие для вузов / Е. М. Вечтомов, Е. Н. Лубягина. — 2-е изд. — Москва :

Издательство Юрайт, 2024. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09268-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539900> .

## 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. Божко А.Н., Жук Д.М., Маничев В.Б. Компьютерная графика: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2007.-392 с. (Сер. Информатика в техническом университете). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://msk.edu.ua/ivk/OKM/Z17/Komputernaya\\_Grafika.pdf](http://msk.edu.ua/ivk/OKM/Z17/Komputernaya_Grafika.pdf)
2. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ.- М.: Мир, 2001. -604 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://padabum.com/d.php?id=32915>
3. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 512 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RODJERS\\_Devid\\_F/\\_Rodjers\\_D.F..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RODJERS_Devid_F/_Rodjers_D.F..html)
4. Аммерал Л. Машинная графика на языке Си: Пер. с англ - М.: Сол Систем,1992. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/%27%27Mashinnaya\\_grafika\\_na\\_yazyke\\_SI%27%27/%27%27MGYASI%27%27.html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/%27%27Mashinnaya_grafika_na_yazyke_SI%27%27/%27%27MGYASI%27%27.html)
5. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. - СПб.: БХВ - Петербург. 2003.-560 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://7bit.net.ru/files/4697/>
6. Порев В.Н. Компьютерная графика. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. -432 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://philipok4.narod.ru/Tuser7/Porev.pdf>
7. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. - 464 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://computersbooks.net/index.php?id1=4&category=grafika&author=shikin-ev&book=2001>
8. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. - 288 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.studmed.ru/download/shikin-ev-boreskov-av-kompyuternaya-grafika-dinamika-realisticheskie-izobrazheniya\\_5cd454b1866.html](http://www.studmed.ru/download/shikin-ev-boreskov-av-kompyuternaya-grafika-dinamika-realisticheskie-izobrazheniya_5cd454b1866.html)

Национальная электронная библиотека (НЭБ) [www.rusneb.ru](http://www.rusneb.ru)  
ELibrary.ru Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## 6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.ruh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения:

- для лекций: учебные аудитории, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

- для практических занятий: компьютерный класс или лаборатория, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком для преподавателя, компьютерами для обучающихся, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Microsoft Visual Professional 2019
4. Mozilla Firefox
5. Kaspersky Endpoint Security

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляются увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **9. Методические материалы**

### **9.1 Планы практических занятий**

#### **Занятие 1. Работа с изображениями - геометрия и алгоритмы.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Системы координат и модели геометрических объектов, применяемые в машинной графике. Способы задания геометрических объектов. Базовые алгоритмы компьютерной графики.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Системы координат, применяемые в машинной графике.
- Модели геометрических объектов, применяемые в машинной графике.
- Способы задания геометрических объектов.
- Понятие базовых алгоритмов компьютерной графики.
- Требования, предъявляемые к базовым алгоритмам.
- Задачи, решаемые с помощью базовых алгоритмов.

#### **Занятие 2. Компьютерные модели отрезков.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы

Алгоритмы разложения отрезков и кривых в растр (ЦДА, Брезенхем, Ву). Алгоритм Брезенхема рисования окружности. Метод средней точки. Построение эллипса. Основы устранения ступенчатости

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Алгоритм ЦДА разложения отрезков в растр
- Алгоритм Брезенхема разложения отрезков в растр
- Алгоритм Ву разложения отрезков в растр.
- Принципы выбора пикселей, основные расчетные соотношения.

### **Занятие 3. Компьютерные модели кривых.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Алгоритм Брезенхема рисования окружности. Метод средней точки.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Алгоритмы разложения кривых в растр.
- Алгоритм Брезенхема рисования окружности.
- Метод средней точки.

### **Занятие 4. Сглаживание изображений кривых.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Построение эллипса. Основы устранения ступенчатости

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Построение эллипса.
- Основы устранения ступенчатости

### **Занятие 5. Растровые модели изображений.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Растровая развертка сплошных областей. Способы генерации растровых изображений. Способы генерации растровых изображений (формирование буфера кадра). Растровая развертка в реальном времени. Групповое кодирование, клеточное кодирование, использование буфера кадра. Изображение отрезков. Изображение литер.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Способы генерации растровых изображений (формирование буфера кадра).
- Растровая развертка в реальном времени.
- Групповое кодирование, клеточное кодирование, использование буфера кадра.
- Изображение отрезков и литер.

### **Занятие 6. Цветовое заполнение плоских фигур.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Растровые алгоритмы заполнения сплошных областей. Растровые алгоритмы заполнения. Заполнение многоугольников с упорядоченным списком ребер. Алгоритмы заполнения по ребрам, с перегородкой, со списком ребер и флагом. Затравочные алгоритмы заполнения сплошных областей: простой и построчный с затравкой.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Растровые алгоритмы заполнения.
- Заполнение многоугольников.

- Простой алгоритм с упорядоченным списком ребер.
- Алгоритмы заполнения по ребрам, с перегородкой, со списком ребер и флагом.
- Затравочные алгоритмы заполнения областей:
- Простой затравочный и построчный алгоритм заполнения с затравкой.

### **Занятие 7. Отсечение отрезков.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Плоские алгоритмы отсечения отрезков регулярным отсекателем. Виды отсекателей, используемых в машинной графике. Отсечение отрезков на плоскости: алгоритмы отсечения: простой, основанный на разбиении сторонами отсекателя (Сазерленда-Коэна), основанный на разбиении отрезка средней точкой. Алгоритмы отсечения отрезков нерегулярным и произвольным выпуклым отсекателем.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Виды отсекателей, используемых в машинной графике.
- Отсечение отрезков на плоскости.
- Простой алгоритмы отсечения.
- Алгоритм Сазерленда-Коэна
- Алгоритм отсечения отрезка разбиением средней точкой.
- Отсечение отрезка произвольным выпуклым отсекателем.
- Алгоритм Кируса-Бека.

### **Занятие 8. Отсечение плоскими фигурами.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Алгоритмы отсечения отрезков нерегулярным и произвольным выпуклым отсекателем. Методы идентификации выпуклых и невыпуклых многоугольников. Разбиение невыпуклых многоугольников на выпуклые составляющие. Отсечение невыпуклым отсекателем. Отсечение в трехмерном пространстве.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Методы идентификации выпуклых и невыпуклых многоугольников.
- Разбиение невыпуклых многоугольников на выпуклые составляющие: алгоритм преобразований.
- Разбиение невыпуклых многоугольников на выпуклые составляющие: алгоритм триангуляции.
- Отсечение невыпуклым отсекателем.
- Последовательное отсечение многоугольника (алгоритм Сазерленда-Ходжмена).
- Отсечение невыпуклыми областями (алгоритм Вейлера-Азертонна).

### **Занятие 9. Удаление невидимых линий и поверхностей - 1.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Задача удаления невидимых линий и поверхностей. Классификация алгоритмов по способу выбора системы координат (объектное пространство, пространство изображений). Преобразования в трехмерном пространстве. Трехмерное представление функций. Приближение, воспроизведение и методы аппроксимации поверхностей. Алгоритм плавающего горизонта.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Удаление невидимых линий и поверхностей.
  - Классификация алгоритмов по выбору системы координат (объектное пространство, пространство изображений)
  - Приближение и воспроизведение поверхностей.
  - Методы аппроксимации поверхностей.
  - Алгоритм плавающего горизонта.
  - Алгоритм Робертса, математические предпосылки и основное содержание этапов реализации алгоритма
  - Удаление невидимых линий и поверхностей в пространстве изображений.

### **Занятие 10. Удаление невидимых линий и поверхностей - 2.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.  
Удаление невидимых линий и поверхностей в пространстве изображений. Алгоритмы Варнока (разбиение окнами), Вейлера-Азертонна и Z-буфера. Алгоритмы списка приоритетов и построчного сканирования.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Алгоритм Варнока (разбиение окнами).
  - Удаление невидимых поверхностей по алгоритму Вейлера - Азертонна для объектного пространства).
  - Алгоритм, использующий Z-буфер.
  - Алгоритм, использующий список приоритетов.
  - Алгоритмы построчного сканирования.
  - Алгоритмы построчного сканирования для криволинейных поверхностей.

### **Занятие 11. Алгоритмы закраски.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.  
Определение видимости трассировкой лучей. Простая модель освещения. Вычисление вектора нормали и вектора отраженного луча в простой модели освещения. Методы закрашивания поверхностей. Однотонная закрашка, методы Гуро и Фонга.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы:
  - Определение видимых поверхностей трассировкой лучей.
  - Вычисление вектора нормали и вектора отраженного луча.
  - Методы закрашивания поверхностей.
  - Метод Гуро закраски поверхностей (получение сглаженного изображения).
  - Закраска Фонга (улучшение аппроксимации кривизны поверхности).



## **Занятие 12. Лучевые алгоритмы.**

### *Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Алгоритм трассировки при глобальной модели освещения. Модель освещения, учитывающая отражение, прозрачность и преломление. Расчет вектора преломления. Алгоритмы создания теней и учета фактуры поверхности. Метод излучательности и его математические предпосылки. Прикладное использование трехмерной машинной графики и реалистических изображений

### *Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Модели освещения и их свойства
- Алгоритм трассировки лучей.
- Модели освещения с учетом отражения, прозрачности и преломления.
- Модель освещения с преломления. Расчет вектора преломления
- Алгоритмы создания теней и учета фактуры поверхности.
- Математические предпосылки метода излучательности.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математические модели обработки изображений» реализуется на факультете информационных систем и безопасности кафедрой фундаментальной и прикладной математики.

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков использования средств информационных технологий в области компьютерной графики и применению данных знаний в их дальнейшей профессиональной деятельности.

Задачи: сформировать и укрепить систему основных понятий и этапов создания геометрических объектов как основы для построения и обработки сложных изображений; развить у студентов пространственное мышление и воображение, необходимые для построения визуальных объектов; научить студентов оценивать преимущества, недостатки и ограничения различных методов обработки изображений.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* постановку задачи синтеза сложного динамического изображения и основные этапы ее решения; основные принципы формализации задачи синтеза изображения, разработки модели синтезируемой визуальной обстановки.

*Уметь:* создавать модель синтезируемой визуальной обстановки; применять математические модели объектов при визуализации сцен; разрабатывать модель синтезируемой визуальной обстановки; разрабатывать формализованное математическое представление объектов обстановки.

*Владеть:* навыками разработки формализованной модели синтеза визуальной обстановки.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>1</sup>**

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола

---

<sup>1</sup> Для ОП ВО магистратуры изменения только за 2020 г.