

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

_____ О.Г. Прохоренко

«08» июля 2022 г.

Регистрационный № УД – 11121/уч.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям)

Направление специальности:

**1-31 03 07-01 Прикладная информатика (программное обеспечение компью-
терных систем)**

2022 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 07-2021, типового учебного плана G31-1-030/пр-тип. от 01.07.2021 и учебных планов БГУ: №G31-1-034/уч.от 23.07.2021, №G31-1-023/уч.ин. от 09.08.2021, №G31-1-216/уч. от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

К. В. ВАСИЛЕВСКИЙ, доцент кафедры компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук

РЕЦЕНЗЕНТ:

Д. В. БАРОВИК, заместитель начальника управления автоматизации банковских операций ОАО «Центр банковских технологий», кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета

(протокол № 12 от 28.06.2022);

Научно-методическим Советом БГУ

(протокол № 6 от 29.06.2022)

Заведующий кафедрой

Казачёнок В.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины.

Цель учебной дисциплины – ознакомить студентов с математическими методами графического представления разнообразных объектов, особенностями их моделирования и визуализации, обусловленными свойствами самих объектов, их расположением и сферами применения полученных изображений.

Задачи учебной дисциплины:

1. Закрепить ранее изученные и изучить новые математические модели основных геометрических объектов, их взаиморасположения и взаимодействия;
2. Изучить основные преобразования геометрических пространств, широко используемые при моделировании и визуализации компьютерной графики;
3. Сформировать навыки решения типовых задач в области компьютерной графики.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Компьютерная графика» компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Дисциплина «Программирование компьютерной графики» тесно связана с такими дисциплинами как «Алгебра и теория чисел», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».

Методы, излагаемые в данной дисциплине, используются при изучении дисциплины «Искусственный интеллект».

Актуальность дисциплины «Программирование компьютерной графики» обусловлена ролью графического представления данных и объектов в науке и технике, культуре и образовании.

Требования к компетенциям.

Освоение учебной дисциплины «Программирование компьютерной графики» должно обеспечить формирование следующих универсальных, базовых профессиональных и специализированных компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;

УК-6. Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовые профессиональные компетенции:

БПК-1. Применять аппарат дифференциального и интегрального исчисления, методы математического анализа и линейной алгебры для построения математических моделей и решения прикладных задач;

специализированные компетенции:

СК-2. Применять полученные теоретические и практические навыки для решения задач компьютерной графики в профессиональной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: принципы растровой и векторной графики; основные компьютерные модели цвета; форматы и основные приемы кодирования файлов с графикой; основы и правила сжатия графических файлов; основные алгоритмы, применяемые в современных графических редакторах и графических программах, их возможности и ограничения; общую схему функционирования программных средств, реализующих обработку графических изображений; основные методы фотореалистичной визуализации 3D-сцен;

уметь: обрабатывать графическое изображение для различных целей (презентация, размещение в сети, печать), выбирать оборудование и программное обеспечение для подготовки соответствующих файлов; модифицировать изображения, применять фильтры и эффекты, комбинировать фрагменты; программировать алгоритмы работы с графическими примитивами в среде Windows; выбирать и применять методы и алгоритмы визуализации для решения типовых задач компьютерной графики;

владеть: основными методами и алгоритмами моделирования и программирования графических объектов; программными средствами для редактирования и обработки изображений; программными средствами редактирования анимационных, видеофайлов;

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Математические методы компьютерной графики» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 216 часов, в том числе 72 аудиторных часа, из них: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Формы компьютерного представления двумерных изображений.

История вопроса. Растровая форма представления изображения. Форматы файлов: BMP/PNG, GIF, JPEG. Векторная форма представления изображения. Структура файла описания изображения в векторной форме. Форматы файлов: WMF, EPS, DXF, CGM, CDR и др.

Тема 2. Цвет в компьютерной графике.

Цвет как характеристика восприятия света зрением человека.

Аддитивная цветовая модель RGB. Субтрактивная цветовая модель CMY и ее модификация CMYK. Абстракции «цветовое пространство», «куб цветов». Палитры.

Стандартные цветовые пространства и преобразования между ними. Проблема ограниченности точного перевода цвета между моделями RGB и CMY.

Модели HSB и HSL и их геометрическая интерпретация.

Тема 3. Сжатие графических файлов.

Задача уменьшения объема графических файлов. Несуществование идеального алгоритма. Алгоритмы кодирования длины повторения (RLE): RLE - битовый уровень, RLE - байтовый уровень. Словарные алгоритмы: алгоритм LZ77, алгоритм LZW. Алгоритмы статистического кодирования: Алгоритм Хаффмана. Арифметическое кодирование.

Модель индексации цветов. Формат GIF-файлов.

Необходимость сжатия с потерями. Оценка потерь. Изображение как функция: дискретное преобразование Фурье, дискретное косинусное преобразование. Алгоритм сжатия изображений JPEG.

Тема 4. Базовые растровые алгоритмы.

Введение в растеризацию кривых. Изображение отрезка с целочисленными координатами концов. Цифровой дифференциальный анализатор. Алгоритм Брезенхема. Алгоритм Кастла-Питвея. Изображение окружностей. Изображение эллипсов.

Тема 5. Основные алгоритмы вычислительной геометрии на плоскости.

Точка, вектор, расстояние на плоскости. Уравнения прямой на плоскости. Пересечение отрезков на основе параметрической формы.

Отсечение отрезков. Алгоритм Сазерленда-Козна. Алгоритмы отсечения многоугольников.

Тема 6. Математические основы машинной графики.

Преобразования координат на плоскости. Алгоритмы двумерных и трех-

мерных преобразований. Однородные координаты. Матрицы аффинных преобразований. Перемещение, масштабирование, поворот. Положительное вращение вокруг осей. Поворот вокруг произвольной оси. Задача поворота относительно точки.

Тема 7. Основы обработки цифровых изображений.

Введение. Линейные фильтры: определение, сглаживающие фильтры, контрастоповышающие фильтры, разностные фильтры. Нелинейные фильтры: примеры нелинейных фильтров. Морфологические операторы. Пороговая обработка. Поиск границ на основе градиента: анализ длины градиента, учет направления градиента. Поиск границ на основе лапласиана.

Тема 8. Векторная графика.

Структуры данных для хранения векторного представления объектов. Реберный список с двойными связями (крылатый граф). Полу-ребра (half edges). Триангуляция. Понятие о топологических свойствах геометрических объектов.

Плоские кривые. Непараметрическое и параметрическое представление кривых. Параметрический кубический сплайн Эрмита, кривые Безье n-го порядка, интерполяционные кривые Безье, Лагранжа. Интерполяция сплайнами. Сплайны, составленные из кривых Безье. В-сплайны. Кривизна кривой, длина дуги.

Тема 9. Моделирование трехмерных тел.

Классификация методов моделирования 3D тел. Описание трехмерных тел способами дробления объема: с помощью вокселей и с помощью деревьев кратности 8 и 2. Моделирование тел методом конструктивной геометрии. Поверхностные модели трехмерных тел. Каноническая трехуровневая модель трехмерного тела, которая используется для визуализации. Проблемы, связанные с переопределением описания одного и того же тела через разные модели.

Программирование с использованием библиотек DirectX (Direct3D), OpenGL.

УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

№ раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количе- ство часов УСР	Форма кон- троля знаний
		Лекции	Лабора- торные занятия		
1.	Формы компьютерного представления двумерных изображе- ний	2	2		Электронный тест.
2.	Цвет в компьютерной графике	4	2		Электронный тест. Защита задания.
3.	Сжатие графических файлов	4	4	2	Электронный тест. Отчёт по лабора- торной ра- боте
4.	Базовые растровые ал- горитмы	4	4	2	Электронный тест. Отчёт по лабора- торной ра- боте
5.	Основные алгоритмы вычислительной гео- метрии на плоскости	4	4	2	Электронный тест. Кон- трольная ра- бота

6.	Математические основы машинной графики	4	2		Электронный тест. Защита задания.
7.	Основы обработки цифровых изображений	4	4		Электронный тест. Защита задания.
8.	Векторная графика	4	4		Электронный тест. Защита задания.
9.	Моделирование трехмерных тел	6	4		Электронный тест. Защита задания.
	Всего	36	30	6	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы: учебное пособие / Е. А. Никулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 708 с. <https://library.bsu.by:2896/book/213038>
2. Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация: учебное пособие / Е. А. Никулин. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 200 с. <https://library.bsu.by:2896/book/169267>
3. Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Фракталы: учебное пособие / Е. А. Никулин. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 100 с. <https://library.bsu.by:2896/book/176680>
4. Немцова, Т. И. Компьютерная графика и web-дизайн: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 "Программная инженерия" / Т. И. Немцова, Т. В. Казанкова, А. В. Шнякин; под ред. Л. Г. Гагариной. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. — 399 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Васильков, Д.М. Геометрическое моделирование и компьютерная графика: вычислительные и алгоритмические основы [Электронный ресурс]: курс лекций / Д. М. Васильков. — Минск: БГУ, 2011. — Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/27612>.
2. Роджерс, Д. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. / Д. Роджерс, Дж. Адамс. — М.: Мир, 2001. — 604 с., ил.
3. Таранчук, В. Б. Современные средства Wolfram MATHEMATICA и их применение при преподавании компьютерной графики [Электронный ресурс] / В. Б. Таранчук, В. А. Куликович // Сетевое научное издание "Информационные ресурсы, системы и технологии". — 2015. — Режим доступа: <http://irsit.ru/article462>.
4. Фокс, А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Пер. с англ. / А. Фокс, Пратт М. — М.: Мир, 1982. — 304 с., ил.
5. Андреев, О.Ю. Самоучитель компьютерной графики / О.Ю. Андреев, В.Л. Музыченко. — М.: Триумф, 2007. — 432 с.
6. Журавков, М.А. ГИС-технологии в прикладной механике. Учебное пособие / М.А. Журавков, В.В. Видякин. — Мн.: БГУ, 2000. — 146 с.
7. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. - Издательство: Техносфера, 2004. — 368 с.

8. Таранчук, В.Б. Современные средства Wolfram *MATHEMATICA* и их применение при преподавании компьютерной графики / В.Б. Таранчук, В.А. Кулинкович // Сетевое научное издание "Информационные ресурсы, системы и технологии". 2015. – 6 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://irsit.ru/article462> (<http://irsit.ru/files/article/462.pdf>). - Дата доступа: 9.03.2015.
9. Никулин, Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е.А. Никулин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
10. Рейнбоу В. Компьютерная графика. Энциклопедия / В. Рейнбоу. – СПб.: Питер, 2003. – 768 с.
11. Роджерс, Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 604 с.
12. Косников, Ю.Н. Геометрические преобразования в компьютерной графике. Конспект лекций/ Ю.Н. Косников. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. – 49 с.
13. Шикин, Е.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения / Е.В. Шикин, А.В. Боресков. –М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. – 288 с.
14. Гурский Ю.А. Компьютерная графика: Photoshop CS5, CorelDRAW X5, Illustrator CS5. Трюки и эффекты / Ю.А. Гурский, А.В. Жвалевский, В.Г. Завгородний. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.
15. Абламейко, С.В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С.В. Абламейко [и др.]. – Мн.: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 275 с.
16. Майкл де Мерс. Географические информационные системы / Майкл де Мерс. – М.: Дата+, 1999. – 350 с.
17. Журкин, И. Г. Геоинформационные системы/ И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
18. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Москва: Техносфера, 2005. – 1072 с.
19. Сойфер, В.А. Методы компьютерной обработки изображений / В.А. Сойфер [и др.]. – ФИЗМАТЛИТ, Мостка, 2003. – 784 с.
20. Таранчук, В.Б. Графический сервис вычислительного эксперимента: учеб.-метод. Пособие / В.Б. Таранчук. – Минск.: БГУ, 2009. – 124 с.
21. Старовойтов В.В. Цифровые изображения: от получения до обработки / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с. – ISBN 978-985-6744-80-1.
22. Гамбетта Г. Компьютерная графика. Рейтрейсинг и растеризация. / Г. Гамбетта. – СПб.: Питер, 2022. – 224 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Контроль работы студента проходит в следующих формах:

- Устные: отчёты на лабораторных занятиях, которые могут оцениваться на основе полноты ответа, глубины понимания отдельных терминов и темы занятия в целом, а также эффективности и рациональности найденных способов решения задач.
- Письменные: контрольные работы. Они оцениваются на основе полноты ответа, владения отдельными терминами и темами заданий в целом, способностью применять наиболее подходящие способы решения поставленных задач.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Программирование компьютерной графики» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- отчёты по лабораторной работе и электронные тесты – 30%,
- контрольная работа – 70%.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационной отметки – 60%.

Итоговая отметка формируется на основе:

- Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
- Положение о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 31.03.2020 № 189-ОД);
- Критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 3. Сжатие графических файлов (2 ч.)

Задание 1. Разработать приложение/веб-приложение, считывающее из графического файла/файлов основную информацию об изображении, а также реализовать основные алгоритмы сжатия графических файлов (алгоритмы кодирования длины повторения (RLE): RLE – битовый уровень, RLE – байтовый уровень; словарные алгоритмы: алгоритм LZ77, алгоритм LZW; алгоритмы статистического кодирования: алгоритм Хаффмана, арифметическое кодирование).

(Форма контроля – отчёт).

Тема 4. Базовые растровые алгоритмы. (2 ч.)

Задание 1. Разработать и реализовать приложение/веб-приложение, иллюстрирующее работу базовых растровых алгоритмов (цифровой дифференциальный анализатор, алгоритм Брезенхема, алгоритм Брезенхема (окружность), алгоритм Кастла-Питвея)

(Форма контроля – отчёт).

Тема 5. Основные алгоритмы вычислительной геометрии на плоскости (2 ч.)

Задание 1. Разработать и реализовать приложение/веб-приложение, иллюстрирующее работу алгоритмов отсечения отрезков и многоугольников (алгоритм Сазерленда-Козна, алгоритм Лианга-Барски, алгоритм средней точки, алгоритм отсечения отрезков выпуклым многоугольником, алгоритм отсечения выпуклого многоугольника)

. (Форма контроля – контрольная работа).

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторное занятие № 1.

Растровая форма представления изображения. Форматы файлов: BMP/PNG, GIF, JPEG. Векторная форма представления изображения. Структура файла описания изображения в векторной форме. Форматы файлов: WMF, EPS, DXF, CGM, CDR и др.

Лабораторное занятие № 2.

Аддитивная цветовая модель RGB. Субтрактивная цветовая модель CMY и ее модификация CMYK. Абстракции «цветовое пространство», «куб цветов». Палитры.

Лабораторное занятие № 3.

Стандартные цветовые пространства и преобразования между ними. Проблема ограниченности точного перевода цвета между моделями RGB и CMY. Модели HSV и HSL и их геометрическая интерпретация.

Лабораторное занятие № 4.

Задача уменьшения объема графических файлов. Несуществование идеального алгоритма. Алгоритмы кодирования длины повторения (RLE): RLE - битовый уровень, RLE - байтовый уровень. Словарные алгоритмы: алгоритм LZ77, алгоритм LZW. Алгоритмы статистического кодирования: Алгоритм Хаффмана. Арифметическое кодирование.

Лабораторное занятие № 5.

Модель индексации цветов. Формат GIF-файлов. Необходимость сжатия с потерями. Оценка потерь. Изображение как функция: дискретное преобразование Фурье, дискретное косинусное преобразование. Алгоритм сжатия изображений JPEG.

Лабораторное занятие № 6.

Изображение отрезка с целочисленными координатами концов. Цифровой дифференциальный анализатор. Алгоритм Брезенхема.

Лабораторное занятие № 7.

Алгоритм Кастла-Питвея. Изображение окружностей. Изображение эллипсов.

Лабораторное занятие № 8.

Точка, вектор, расстояние на плоскости. Уравнения прямой на плоскости. Пересечение отрезков на основе параметрической формы.

Лабораторное занятие № 9.

Отсечение отрезков. Алгоритм Сазерленда-Козна. Алгоритмы отсечения многоугольников.

Лабораторное занятие № 10.

Преобразования координат на плоскости. Алгоритмы двумерных и трехмерных преобразований. Однородные координаты.

Лабораторное занятие № 11.

Матрицы аффинных преобразований. Перемещение, масштабирование, поворот. Положительное вращение вокруг осей. Поворот вокруг произвольной оси. Задача поворота относительно точки.

Лабораторное занятие № 12.

Линейные фильтры: определение, сглаживающие фильтры, контрастоповышающие фильтры, разностные фильтры. Нелинейные фильтры: примеры нелинейных фильтров.

Лабораторное занятие № 13.

Морфологические операторы. Пороговая обработка. Поиск границ на основе градиента: анализ длины градиента, учет направления градиента. Поиск границ на основе лапласиана.

Лабораторное занятие № 14.

Структуры данных для хранения векторного представления объектов. Реберный список с двойными связями (крылатый граф). Полу-ребра (half edges). Триангуляция. Понятие о топологических свойствах геометрических объектов. Плоские кривые. Непараметрическое и параметрическое представление кривых. Параметрический кубический сплайн Эрмита, кривые Безье n-го порядка, интерполяционные кривые Безье, Лагранжа. Интерполяция сплайнами. Сплайны, составленные из кривых Безье. В-

Лабораторное занятие № 15.

Классификация методов моделирования 3D тел. Описание трехмерных тел способами дробления объема: с помощью вокселей и с помощью деревьев кратности 8 и 2. Моделирование тел методом конструктивной геометрии. Программирование с использованием библиотек DirectX (Direct3D), OpenGL.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа с целью изучения материала учебной дисциплины предполагает работу с конспектом лекций и рекомендованной учебной литературой. Теоретические сведения закрепляются выполнением серии упражнений по соответствующей теме, при выполнении которых следует руководствоваться методическими разработками, размещенными в электронной библиотеке университета.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Цвет и свет в компьютерной графике. Колориметрия. Чувствительность рецепторов глаза к цветам. Спектры хроматический и ахроматический.

2. Цветовая модель. Цветовое пространство. Диаграмма цветности. Цветовые пространства и преобразования между ними (RGB, CIE XYZ, HSV, HLS). Проблема ограниченности точного перевода цвета между моделями.
3. Геометрическая интерпретация цветовых пространств.
4. Равноконтрастные (однородные) цветовые пространства.
5. Задача уменьшения объема графических файлов. Алгоритмы кодирования длины повторения (RLE).
6. Задача уменьшения объема графических файлов. Словарные алгоритмы.
7. Задача уменьшения объема графических файлов. Алгоритм Хаффмана.
8. Основные графические файловые форматы. Используемые в них алгоритмы сжатия. Области применения различных типов файлов для различных типов изображений.
9. Необходимость сжатия с потерями. Оценка потерь. Изображение как функция: дискретное преобразование Фурье, дискретное косинусное преобразование. Конвейер операций, используемый в алгоритме JPEG.
10. Понятие раstra. Понятие точки и отрезка на плоскости. Основные алгоритмы построения отрезков на плоскости и их сравнение.
11. Алгоритм дифференциального цифрового анализатора построения отрезка.
12. Целочисленный алгоритм Брезенхема построения отрезка.
13. Введение в обработку изображений. Общая характеристика операций обработки изображений. Поэлементные преобразования.
14. Понятие свертки. Двумерные цифровые фильтры: основные определения и принцип действия.
15. Гистограмма изображения. Алгоритм эквализации гистограммы.
16. Линейные фильтры: определение дискретной свертки, сглаживающие фильтры, фильтры повышения резкости.
17. Нелинейные фильтры.
18. Алгоритмы выделения границ на цифровом изображении.
19. Задача сегментации изображений и методы ее решения.
20. Методы глобальной пороговой обработки цифровых изображений. Адаптивная пороговая обработка.
21. Методы локальной пороговой обработки цифровых изображений. Адаптивная пороговая обработка.
22. Морфологическая обработка изображений. Основные операции и их применение.
23. Основы вычислительной геометрии на плоскости. Основные алгоритмы отсечения отрезков на плоскости.
24. Алгоритм Сазерленда-Козна отсечения отрезков.
25. Алгоритм средней точки для отсечения отрезков.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Дифференциальные уравнения	Кафедра вычислительной математики	Нет	Внесение изменений не требуется (протокол № 12 от 28.06.2022)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ В. В. Казачёнок

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ А. М. Недзведзь