МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
цифровых технологий

_____ / Кургалин С.Д.

22.04.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

математическое и программное обеспечение информационных систем и технологий

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: цифровых технологий

6. Составители программы:

Крыловецкий Александр Абрамович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС ФКН (протокол № 5 от 05.03.2024)

8. Учебный год: 2026-2027 **Семестр:** 5

9. **Цели и задачи учебной дисциплины**

Цели дисциплины заключаются в изучение основных алгебраических, геометрических и физических принципов формирования изображений.

Задачи дисциплины:

– освоение методов научной визуализации;

– моделирование виртуальной реальности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного освоения дисциплины требуется предварительное изучение математического анализа, линейной алгебры, аналитической геометрии.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	ПК-1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	Знать: основные принципы получения и анализа изображений, построения моделей по изображениям.
		ПК-1.2	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	Уметь: решать задачи профессиональной деятельности с использованием методов компьютерного зрения.
		ПК-1.3	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	Владеть: навыками анализа и модификации математических алгоритмов компьютерного зрения.
ПК-3	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.	ПК-3.1	Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции).	Знать: алгоритмы компьютерного зрения и анализа изображений.
		ПК-3.2	Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с	Уметь: использовать программные средства для преобразований и анализа изображений.

			инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта.	
		ПК-3.3	Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий.	Владеть: навыком применения методов анализа изображений для решения задач профессиональной деятельности.
ПК-4	Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-4.1	Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Знать: методы разработки систем компьютерного зрения на базе современных языков программирования.
		ПК-4.2	Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Уметь: реализовывать алгоритмы компьютерного зрения на ЭВМ.
		ПК-4.3	Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Владеть: навыками разработки прикладных программ с применением теории компьютерного зрения.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации 5 семестр – экзамен, курсовая работа.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			5 сем.
Аудиторные занятия		50	50
в том числе:	лекции	34	34
	практические		
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		58	58
Экзамен		36	36
Курсовая работа			
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Проекции и цвет	Введение. Перспективная проекция. Аффинная проекция. Параксиальная оптика. Датчики. ПЗС-камеры.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045

		Однородные координаты и их преобразования. Камеры. Внутренние и внешние параметры. Матрицы перспективной и аффинной проекций. Радиометрия. Функции распределения. Ламбертовские поверхности. Источники: тени и затенения. Модели источников. Модели затенения. Фотометрическое стерео. Глобальные модели затенения. Цвет. Спектральные характеристики. Представление цвета. Линейные и нелинейные цветовые пространства. Геометрия нескольких проекций. Эпиполярная геометрия. Трифокальная геометрия. Совмещение изображений. Стереозрение. Множественные камеры.	
1.2	Аффинная, проективная геометрия	Аффинная геометрия. Определение аффинной структуры по нескольким изображениям. Проективная геометрия. Определение проективной структуры по бинокулярным соответствиям. Определение параметров камеры по известным моделям и изображениям. Соответствия моделей и изображений. Элементы дифференциальной геометрии. Гладкие поверхности и их контуры. Аспектные графы.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045
1.3	Виртуальная реальность	Дальностные данные. Сегментация дальностных данных. Получение дальнометрических изображений. Совмещение дальнометрических изображений. Визуализация на основе изображений. Системы виртуальной реальности.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045
2. Лабораторные занятия			
2.1	Проекции и цвет	Введение. Перспективная проекция. Аффинная проекция. Параксиальная оптика. Датчики. ПЗС-камеры. Однородные координаты и их преобразования. Камеры. Внутренние и внешние параметры. Матрицы перспективной и аффинной проекций. Радиометрия. Функции распределения. Ламбертовские поверхности. Источники: тени и затенения. Модели источников. Модели затенения. Фотометрическое стерео. Глобальные модели затенения. Цвет. Спектральные характеристики. Представление цвета. Линейные и нелинейные цветовые пространства. Геометрия нескольких проекций. Эпиполярная геометрия. Трифокальная геометрия. Совмещение изображений. Стереозрение. Множественные камеры.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045
2.2	Аффинная, проективная геометрия	Аффинная геометрия. Определение аффинной структуры по нескольким изображениям. Проективная геометрия. Определение проективной структуры по бинокулярным соответствиям. Определение параметров камеры по известным моделям и изображениям. Соответствия моделей и изображений. Элементы дифференциальной геометрии. Гладкие поверхности и их контуры. Аспектные графы.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045

2.3	Виртуальная реальность	Дальностные данные. Сегментация дальностных данных. Получение дальнометрических изображений. Совмещение дальнометрических изображений. Визуализация на основе изображений. Системы виртуальной реальности.	https://edu.vsu.ru/local/crw/course.php?id=7045

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Проекции и цвет	10		4	14	28
2	Аффинная, проективная геометрия	12		6	24	42
3	Виртуальная реальность	12		6	20	38
	Итого:	34		16	58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических (или лабораторных) заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины. Лекционные занятия формируют базу для практических (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 152 с. — ISBN 978-5-507-45583-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276455
2	Практикум по компьютерной геометрии : Курс лекций / А.О. Иванов, Д.П. Ильютко, А.А. Тужилин, А.Т. Фоменко — Москва : Интуит НОУ, 2016. — 461 с. — ISBN 978-5-9556-0117-5. — URL: https://book.ru/book/917988

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Адаптивные системы технического зрения : монография / В. И. Сырямкин, М. В. Сырямкин, В. С. Титов [и др.]. — Москва : Русайнс, 2019. — 446 с. — ISBN 978-5-4365-3769-6. — URL: https://book.ru/book/934442
2	Ненашев, В. А. Компьютерное зрение. Анализ, обработка и моделирование : учебное пособие / В. А. Ненашев. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. — 78 с. — ISBN 978-5-8088-1806-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/341057
3	Борисова, И. В. Компьютерное зрение. Цифровая обработка и анализ изображений : учебное пособие / И. В. Борисова. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-4851-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/404522

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	http://szeliski.org/Book/ Computer Vision: Algorithms and Applications

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 152 с. — ISBN 978-5-507-45583-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276455

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (30 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит интерпретатор языка CPython, интерпретатор языка Anaconda, IDE PyCharm, редактор Jupiter.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Проекции и цвет	ПК-1 ПК-3 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
2	Аффинная, проективная геометрия	ПК-1 ПК-3 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
3	Виртуальная реальность	ПК-1 ПК-3 ПК-4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену
Курсовая работа				Отчёт по курсовой работе

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ

1. Введение в OpenCV

2. Преобразование яркости изображений и пространственная фильрация

3. Обработка в частотной области

4. Восстановление изображений

5. Обработка цветных изображений

6. Вейвлеты для анализа изображений

7. Сжатие изображений

8. Морфологическая обработка изображений

9. Сегментация изображений

10. Представление и описание данных анализа изображений

11. Распознавание объектов

Типовое задание для лабораторной работы

Лабораторная работа № 1
«Введение в OpenCV»

Цель работы: создание маски с помощью функции cv::compare().

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы. Отчёт о работе проводится в виде собеседования и заключается в демонстрации работы программы, объяснении принципов работы алгоритма и ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: загрузите какое-нибудь реальное изображение. С помощью функции cv::split() разделите его на красный, зеленый и синий каналы.

a. Выведите на экран зеленое изображение.

b. Два раза клонируйте зеленое изображение (назовите копии clone1 и clone2).

c. Найдите минимальное и максимальное значения в зеленом изображении.

d. Присвойте всем пикселям clone1 значение thresh = (unsigned char)((maximum - minimum)/2.0).

e. Присвойте всем пикселям clone2 значение 0 и вызовите функцию
cv::compare (green_image, clone1, clone2, cv::CMP_GE).
Теперь clone2 будет содержать маску, соответствующую пикселям, для которых превышен порог зеленого изображения.

f. Вызовите функцию cv::subtract (green_image,thresh/2, green_image,clone2) и отобразите результат.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов к экзамену; отчёт по курсовой работе.

Экзамен

Перечень вопросов к экзамену

1. Проекции и цвет

Перспективная проекция. Аффинная проекция.

Датчики. ПЗС-камеры.

Однородные координаты и их преобразования.

Камеры. Внутренние и внешние параметры. Матрицы перспективной и аффинной проекций.

Радиометрия. Функции распределения. Ламбертовские поверхности.

Источники: тени и затенения. Модели источников. Модели затенения. Фотометрическое стерео. Глобальные модели затенения.

Цвет. Спектральные характеристики. Представление цвета. Линейные и нелинейные цветовые пространства.

Геометрия нескольких проекций. Эпиполярная геометрия.

Совмещение изображений. Стереозрение. Множественные камеры.

2. Аффинная, проективная геометрия

Аффинная геометрия. Определение аффинной структуры по нескольким изображениям.

Проективная геометрия. Определение проективной структуры по бинокулярным соответствиям.

Определение параметров камеры по известным моделям и изображениям. Соответствия моделей и изображений.

Элементы дифференциальной геометрии. Гладкие поверхности и их контуры.

Аспектные графы.

3. Виртуальная реальность

Дальностные данные. Сегментация дальностных данных.

Получение дальнометрических изображений.

Совмещение дальнометрических изображений.

Визуализация на основе изображений.

Системы виртуальной реальности.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), обучающийся свободно оперирует основными понятиями дисциплины, ориентируется в предметной области. Изложение материала не содержит ошибок, отличается последовательностью, грамотностью, логической стройностью.	Повышенный уровень	Отлично
Дан развёрнутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), обучающийся свободно оперирует основными понятиями дисциплины, ориентируется в предметной области. Материал изложен в целом последовательно и грамотно, отсутствуют грубые ошибки, однако имеются отдельные неточности в определениях, вычислениях, доказательствах, изложениях положений теории.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на поставленный вопрос (вопросы) содержит изложение только базового теоретического материала, имеются ошибки в определениях, вычислениях, доказательствах, формулировках положений теории. Нарушена логическая последовательность в изложении материала.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на поставленный вопрос (вопросы) отсутствует, либо содержит грубые ошибки в определениях, вычислениях, доказательствах, формулировках положений теории. Обучающийся не владеет основными понятиями дисциплины. Отсутствует логическая последовательность в изложении материала.	–	Неудовлетворительно

Курсовая работа

Выполнение курсовой работы (индивидуального проекта) включает в себя следующие этапы:

1. Разработка проектного предложения
2. Защита проектного предложения
3. Выполнение проекта
4. Защита проекта

Проектное предложение

Проектное предложение должно быть объемом до 2 страниц и содержать ответы на следующие вопросы:

- Какую проблему вы будете исследовать? Почему это интересно?
- Какую литературу вы изучите, чтобы обеспечить контекст и предысторию? Кроме того, есть ли какая-либо предыдущая работа, связанная с этой проблемой?
- Какой метод или алгоритм вы предлагаете? Если есть существующие реализации, будете ли вы их использовать и как? Как вы планируете улучшить или модифицировать такие реализации?
- Какие данные вы будете использовать, если таковые имеются? Если вы собираете новые наборы данных, как вы планируете их собирать?
- Как вы будете оценивать свои результаты?
- Качественно, какие результаты вы ожидаете (например, графики или цифры)?
- Количественно, какой анализ вы будете использовать для оценки и/или сравнения своих результатов (например, какие показатели производительности или статистические тесты)?

Примерные темы курсовых работ (проектов)

1. Создание системы компьютерного зрения для автоматического определения качества фруктов на основе изображений.
2. Создание системы оптического распознавания символов (OCR), способной эффективно преобразовывать изображения с текстом в машиночитаемый формат.
3. Применение компьютерного зрения для анализа графиков финансовых рынков.
4. Сегментация изображений и выделение объектов на фотографиях.
5. Распознавание текста на изображениях с уличных вывесок.
6. Программа для удаления фона с изображения.
7. Анализ и улучшение методов сегментации изображений с использованием сверточных нейронных сетей.
8. Автоматическая классификация типа автомобиля по изображениям.
9. Распознавание маршрутного транспорта по табличке.

10. Оценка общей калорийности еды на тарелке по изображениям.
11. Распознавание жестового языка.
12. Обнаружение пешеходов в видеопотоке.
13. Распознавание шахматных позиций и ходы игры по видеопотоку.
14. Определение направления взгляда по видеопотоку.
15. Определение жизненно важных показателей здоровья по видеопотоку.
16. Применение компьютерного зрения для анализа графиков финансовых рынков.
17. Создание системы оптического распознавания символов (OCR), способной эффективно преобразовывать изображения с текстом в машиночитаемый формат.

Наборы данных для проектов

№	Название	URL
1	Meta Pointer: A large collection organized by CV Datasets	http://www.cvpapers.com/datasets.html
2	Yet another Meta pointer	http://riemenschneider.hayko.at/vision/dataset/
3	ImageNet: a large-scale image dataset for visual recognition organized by WordNet hierarchy	http://http/image-net.org/
4	SUN Database: a benchmark for scene recognition and object detection with annotated scene categories and segmented objects	http://groups.csail.mit.edu/vision/SUN/
5	Places Database: a scene-centric database with 205 scene categories and 2.5 millions of labelled images	http://places.csail.mit.edu/
6	NYU Depth Dataset v2: a RGB-D dataset of segmented indoor scenes	http://cs.nyu.edu/~silberman/datasets/nyu_depth_v2.html
7	Microsoft COCO: a new benchmark for image recognition, segmentation and captioning	http://mscoco.org/
8	Flickr100M: 100 million creative commons Flickr images	http://yahoolabs.tumblr.com/post/89783581601/one-hundred-million-creative-commons-flickr-images
9	Labeled Faces in the Wild: a dataset of 13,000 labeled face photographs	http://vis-www.cs.umass.edu/lfw/
10	Human Pose Dataset: a benchmark for articulated human pose estimation	http://human-pose.mpi-inf.mpg.de/
11	YouTube Faces DB: a face video dataset for unconstrained face recognition in videos	http://www.cs.tau.ac.il/~wolf/ytfaces/
12	UCF101: an action recognition data set of realistic action videos with 101 action categories	http://crcv.ucf.edu/data/UCF101.php
13	HMDB-51: a large human motion dataset of 51 action classes	http://serre-lab.clps.brown.edu/resource/hmdb-a-large-human-motion-database/
14	Visual Genome: a large-scale dataset that connects structured image concepts to natural language	http://visualgenome.org/
15	ObjectNet3D: a large-scale database aligning images with 3D shapes	http://cvgl.stanford.edu/projects/objectnet3d/

Критерии оценивания курсовой работы

Для оценивания курсовой работы используется 4-балльная шала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Теоретическая часть Полное и глубокое раскрытие темы, проанализированы как классические, так и наиболее современные методы и подходы к решению задач по тематике работы. Выполнен обширный обзор актуальных источников (книг, статей) по тематике работы, источники корректно цитируются. Чётко сформулированы цели и задачи работы. Отсутствуют ошибки в терминологии. Практическая реализация Проведена полностью самостоятельная реализация методов, алгоритмов, моделей. Используются современные программные инструменты и библиотеки. Для экспериментов использованы релевантные данные, результаты проанализированы, проведено сравнение методов и алгоритмов. Оформление и презентация Работа оформлена в соответствии со стандартами, код программы структурирован и подробно прокомментирован. Презентация полностью раскрывает основные этапы работы. На возникающие вопросы даны полные ответы, продемонстрировано понимание всех аспектов выбранной темы и смежных областей.	Повышенный уровень	Отлично
Теоретическая часть Тема в целом раскрыта, проанализированы классические подходы к решению задач по тематике работы. Выполнен обзор актуальных источников (книг, статей) по тематике работы, источники корректно цитируются. Чётко сформулированы цели и задачи работы. Отсутствуют ошибки в терминологии, либо имеются незначительные неточности. Практическая реализация Проведена реализация, возможно частично с использованием готовых решений. Используются современные программные инструменты и библиотеки. Для экспериментов использованы релевантные данные, но датасеты небольшие или упрощённые. Результаты проанализированы. Оформление и презентация Работа оформлена в соответствии со стандартами, но, возможно, имеются некоторые мелкие недочёты. Код программы структурирован и прокомментирован. Презентация раскрывает основные этапы работы. На возникающие вопросы даны в целом верные ответы, но, возможно, с затруднением в аргументации. Продемонстрировано понимание основных аспектов выбранной темы.	Базовый уровень	Хорошо
Теоретическая часть Поверхностное описание темы, анализ современных работ практически отсутствует, либо выполнен на небольшом числе источников. Цитирование использованных источников не всегда корректное. Цели и задачи работы сформулированы расплывчато, структура работы не полностью соответствует цели работы. Практическая реализация Проведена реализация только с использованием готовых решений. Используются устаревшие или неподходящие программные инструменты и библиотеки. Эксперименты	Пороговый уровень	Удовлетворительно

проведены частично или на синтетических данных. Анализ результатов поверхностный. Выводы не подкреплены данными. <u>Оформление и презентация</u> Имеются многочисленные нарушения в оформлении работы. Код программы плохо структурирован, не прокомментирован. Презентация не полностью раскрывает основные этапы работы. Ответы на часть вопросов содержат грубые ошибки, отсутствует аргументация. Понимание основных аспектов выбранной темы фрагментарно.		
<u>Теоретическая часть</u> Тема не раскрыта, имеются некорректные заимствования или плагиат. Отсутствуют ссылки на некоторые или все источники. Цели и задачи работы сформулированы расплывчато. Работа не структурирована. <u>Практическая реализация</u> Реализация не проведена или не соответствует заявленным целям. Используются устаревшие или неподходящие программные инструменты и библиотеки. Эксперименты не проведены. Анализ результатов не выполнен. Выводы не сделаны, либо не соответствуют данным. <u>Оформление и презентация</u> Оформление работы не соответствует стандартам. Код программы отсутствует или не структурирован, отсутствуют комментарии. Презентация отсутствует или не раскрывает основные этапы работы. Ответы на вопросы содержат многочисленные грубые ошибки. Отсутствует понимание базовых концепций в рассматриваемой области.	–	Неудовлетворительно