

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность:

Документ подписан в:

Дата подписания: 20.06.2026 11:42:44

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления

Т.К. Платонова

«25» мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины
Операторы свертки и обработка изображений**

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы магистратуры

01.04.02.04 Искусственный интеллект: математические модели и прикладные решения

Для набора 2026 года

Квалификация
Магистр

КАФЕДРА Информационных систем и прикладной информатики**Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	13			
Неделя			уп	рп
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

Программу составил(и): доцент, Хаймин Е.С.

Зав. кафедрой: д.э.н., профессор С.М. Щербаков

Методический совет направления: д.э.н., доцент Ю.Г. Чернышева

Директор института магистратуры: д.э.н., профессор Е.А. Иванова

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	выработка у студентов теоретических знаний и практических навыков, связанных с обработкой изображений, овладением многомерным преобразованием Фурье, приближенными методами решения уравнений типа свертки, методами оценки погрешностей.
-----	---

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-6. способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основы компьютерного зрения и обработки изображений (соотнесено с индикатором ПК-6.1)

Уметь:

разрабатывать алгоритмические и программные решения в области задач компьютерного зрения и обработки изображений (соотнесено с индикатором ПК-6.2)

Владеть:

навыками по решению задач компьютерного зрения и обработки изображений с использованием технологий искусственного интеллекта (соотнесено с индикатором ПК-6.3)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Свертки на конечных группах

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
1.1	Тема 1.1. Циклические матрицы. Одномерное преобразование Фурье. Определение алгебры циклических матриц. Обращение циклических матриц. Собственные числа и собственные векторы. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Приведение циклической матрицы к диагональному виду.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
1.2	Тема 1.1. Циклические матрицы. Одномерное преобразование Фурье. Определение алгебры циклических матриц. Обращение циклических матриц. Собственные числа и собственные векторы. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Приведение циклической матрицы к диагональному виду.	Практические занятия	3	4	ПК-6
1.3	Тема 1.2. Многомерные циклические матрицы. Многомерное преобразование Фурье. Алгебра многомерных циклических матриц. Многомерное дискретное преобразование Фурье. Спектральные свойства многомерных циклических матриц. Приведение многомерной циклической матрицы к диагональному виду.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
1.4	Тема 1.2. Многомерные циклические матрицы. Многомерное преобразование Фурье. Алгебра многомерных циклических матриц. Многомерное дискретное преобразование Фурье. Спектральные свойства многомерных циклических матриц. Приведение многомерной циклической матрицы к диагональному виду.	Практические занятия	3	4	ПК-6
1.5	Тема 1.3. Многомерные уравнения типа свертки. Многомерные дискретные свертки и их свойства. Уравнения свертки в углах.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
1.6	Тема 1.3. Многомерные уравнения типа свертки. Многомерные дискретные свертки и их свойства. Уравнения свертки в углах.	Практические занятия	3	4	ПК-6
1.7	Циклические матрицы. Одномерное преобразование Фурье. Многомерные циклические матрицы. Многомерное преобразование Фурье. Многомерные уравнения типа свертки.	Самостоятельная работа	3	24	ПК-6

Раздел 2. Приближенные методы решения уравнений типа свертки

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
2.1	Тема 2.1. Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки. Метод редукции для одномерного уравнения свертки. Критерий	Лекционные занятия	3	4	ПК-6

	сходимости метода редукции.				
2.2	Тема 2.1. Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки. Метод редукции для одномерного уравнения свертки. Критерий сходимости метода редукции.	Практические занятия	3	4	ПК-6
2.3	Тема 2.2. Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки. Проекционные методы решения уравнений свертки в углах. Обратимость операторов дискретной свертки на многогранниках.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
2.4	Тема 2.2. Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки. Проекционные методы решения уравнений свертки в углах. Обратимость операторов дискретной свертки на многогранниках.	Практические занятия	3	4	ПК-6
2.5	Тема 2.3. Оценка погрешностей решения. Классификация погрешностей решения операторного уравнения. Число обусловленности оператора. Влияние числа обусловленности оператора на погрешности решения.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
2.6	Тема 2.3. Оценка погрешностей решения. Классификация погрешностей решения операторного уравнения. Число обусловленности оператора. Влияние числа обусловленности оператора на погрешности решения.	Практические занятия	3	4	ПК-6
2.7	Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки. Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки. Оценка погрешностей решения.	Самостоятельная работа	3	24	ПК-6

Раздел 3. Восстановление смазанных изображений

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
3.1	Тема 3.1. Смазанные изображения. Уравнение для восстановления смазанного изображения. Классификация смазов изображения. Уравнения смаза. Обратимость матрицы смаза.	Лекционные занятия	3	2	ПК-6
3.2	Тема 3.1. Смазанные изображения. Уравнение для восстановления смазанного изображения. Классификация смазов изображения. Уравнения смаза. Обратимость матрицы смаза.	Практические занятия	3	2	ПК-6
3.3	Тема 3.2. Число обусловленности матрицы смаза. Нахождение числа обусловленности матрицы смаза. Зависимость числа обусловленности матрицы смаза от размерности изображения и величины смаза.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
3.4	Тема 3.2. Число обусловленности матрицы смаза. Нахождение числа обусловленности матрицы смаза. Зависимость числа обусловленности матрицы смаза от размерности изображения и величины смаза.	Практические занятия	3	4	ПК-6
3.5	Тема 3.3. Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления. Зависимость качества восстановления изображения от числа обусловленности и точности оцифровки изображения. Подбор оптимальных параметров для наилучшего восстановления изображения.	Лекционные занятия	3	4	ПК-6
3.6	Тема 3.3. Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления. Зависимость качества восстановления изображения от числа обусловленности и точности оцифровки изображения. Подбор оптимальных параметров для наилучшего восстановления изображения.	Практические занятия	3	4	ПК-6
3.7	Смазанные изображения. Уравнение для восстановления смазанного изображения. Число обусловленности матрицы смаза. Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления.	Самостоятельная работа	3	28	ПК-6
3.8	Подготовка к промежуточной аттестации	Экзамен	3	36	ПК-6

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Емельянов А. А.	Прикладная информатика: журнал	Москва: Синергия ПРЕСС, 2007	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2	Гонсалес Р., Вудс Р., Чочиа П. А., Рубанова Л. И.	Цифровая обработка изображений: практические советы: монография	Москва: Техносфера, 2012	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	Шефер, Е. А.	Цифровая обработка изображений: учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019	ЭБС «IPR SMART»
4	Новиков, А. И.	Дискретное преобразование Фурье и обработка изображений: учебное пособие	Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2022	ЭБС «IPR SMART»

5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Национальная электронная библиотека (НЭБ) - <https://rusneb.ru/>
 ИСС «КонсультантПлюс»
 ИСС «Гарант» <http://www.internet.garant.ru/>

5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС
 LibreOffice
 Python

5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.1. Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ПК-6: способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях			
З основы компьютерного зрения и обработки изображений	формулирует и знает основные понятия, определения, алгоритмы и технологии	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры	О – опрос (1-12), Э – вопросы к экзамену (1-38)
У разрабатывать алгоритмические и программные решения в области задач компьютерного зрения и обработки изображений	выполняет задания, отвечает на вопросы, применяет техническое и программное обеспечение для решения задач	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры и выполнять задания умение самостоятельно находить решение поставленных задач	ПЗ – практические задания (1-9)
В навыками по решению задач компьютерного зрения и обработки изображений с использованием технологий искусственного интеллекта	выполняет задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием информационно-коммуникационных технологий	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры и выполнять задания умение самостоятельно находить решение поставленных задач	ПЗ – практические задания (1-9)

1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

- 84-100 баллов (оценка «отлично»);
- 67-83 баллов (оценка «хорошо»);
- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»);
- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы к экзамену

- 1) Циклические матрицы.
- 2) Одномерное преобразование Фурье.
- 3) Определение алгебры циклических матриц.
- 4) Обращение циклических матриц.
- 5) Собственные числа и собственные векторы.
- 6) Дискретное преобразование Фурье.
- 7) Быстрое преобразование Фурье.
- 8) Приведение циклической матрицы к диагональному виду.
- 9) Многомерные циклические матрицы.
- 10) Многомерное преобразование Фурье.
- 11) Алгебра многомерных циклических матриц.
- 12) Многомерное дискретное преобразование Фурье.
- 13) Спектральные свойства многомерных циклических матриц.

- 14) Приведение многомерной циклической матрицы к диагональному виду.
- 15) Многомерные уравнения типа свертки.
- 16) Многомерные дискретные свертки и их свойства.
- 17) Уравнения свертки в углах.
- 18) Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки.
- 19) Метод редукции для одномерного уравнения свертки.
- 20) Критерий сходимости метода редукции.
- 21) Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки.
- 22) Проекционные методы решения уравнений свертки в углах.
- 23) Обратимость операторов дискретной свертки на многогранниках.
- 24) Оценка погрешностей решения.
- 25) Классификация погрешностей решения операторного уравнения.
- 26) Число обусловленности оператора.
- 27) Влияние числа обусловленности оператора на погрешности решения.
- 28) Смазанные изображения.
- 29) Уравнение для восстановления смазанного изображения.
- 30) Классификация смазов изображения.
- 31) Уравнения смаза.
- 32) Обратимость матрицы смаза.
- 33) Число обусловленности матрицы смаза.
- 34) Нахождение числа обусловленности матрицы смаза.
- 35) Зависимость числа обусловленности матрицы смаза от размерности изображения и величины смаза.
- 36) Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления.
- 37) Зависимость качества восстановления изображения от числа обусловленности и точности оцифровки изображения.
- 38) Подбор оптимальных параметров для наилучшего восстановления изображения.

Экзаменационное задание включает три вопроса – два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание из числа приведенных ниже практических заданий.

Критерии оценивания:

- 84-100 баллов (оценка «отлично») – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

- 67-83 баллов (оценка «хорошо») – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;

- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно») – наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;

- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно») – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Задания для опроса

Вариант 1

Циклические матрицы.

Одномерное преобразование Фурье.

Определение алгебры циклических матриц.

Вариант 2

Обращение циклических матриц.

Собственные числа и собственные векторы.

Дискретное преобразование Фурье.

Вариант 3

Быстрое преобразование Фурье.

Приведение циклической матрицы к диагональному виду.

Многомерные циклические матрицы.

Вариант 4

Многомерное преобразование Фурье.

Алгебра многомерных циклических матриц.

Многомерное дискретное преобразование Фурье.

Вариант 5

Спектральные свойства многомерных циклических матриц.

Приведение многомерной циклической матрицы к диагональному виду.

Многомерные уравнения типа свертки.

Вариант 6

Многомерные дискретные свертки и их свойства.

Уравнения свертки в углах.

Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки.

Вариант 7

Метод редукции для одномерного уравнения свертки.

Критерий сходимости метода редукции.

Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки.

Вариант 8

Проекционные методы решения уравнений свертки в углах.

Обратимость операторов дискретной свертки на многогранниках.

Оценка погрешностей решения.

Вариант 9

Классификация погрешностей решения операторного уравнения.

Число обусловленности оператора.

Влияние числа обусловленности оператора на погрешности решения.

Вариант 10

Смазанные изображения.

Уравнение для восстановления смазанного изображения.

Классификация смазов изображения.

Вариант 11

Уравнения смаза. Обратимость матрицы смаза. Число обусловленности матрицы смаза.

Нахождение числа обусловленности матрицы смаза.

Зависимость числа обусловленности матрицы смаза от размерности изображения и величины смаза.

Вариант 12

Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления.

Зависимость качества восстановления изображения от числа обусловленности и точности оцифровки изображения.

Подбор оптимальных параметров для наилучшего восстановления изображения.

Критерии оценивания (для каждого варианта):

9-10 б. – ответы на все три вопроса варианта даны верно;

7-8 б. – один ответ из 3-х с неточностями;

5-6 б. – 2 ответа из 3-х с неточностями;

3-4 б. – 3 ответа с неточностями;

1-2 б. – нет ответа на один вопрос из 3-х;

Максимальное количество баллов за опрос – 10.

Практические задания

Практическое задание № 1.

Тема 1.1. Циклические матрицы. Одномерное преобразование Фурье. Определение алгебры циклических матриц. Обращение циклических матриц. Собственные числа и собственные векторы. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Приведение циклической матрицы к диагональному виду.

Практическое задание № 2.

Тема 1.2. Многомерные циклические матрицы. Многомерное преобразование Фурье. Алгебра многомерных циклических матриц. Многомерное дискретное преобразование Фурье. Спектральные свойства многомерных циклических матриц. Приведение многомерной циклической матрицы к диагональному виду.

Практическое задание № 3.

Тема 1.3. Многомерные уравнения типа свертки. Многомерные дискретные свертки и их свойства. Уравнения свертки в углах.

Практическое задание № 4.

Тема 2.1. Проекционные методы решения одномерных уравнений типа свертки. Метод редукции для одномерного уравнения свертки. Критерий сходимости метода редукции.

Практическое задание № 5.

Тема 2.2. Проекционные методы решения многомерных уравнений типа свертки. Проекционные методы решения уравнений свертки в углах. Обратимость операторов дискретной свертки на многогранниках.

Практическое задание № 6.

Тема 2.3. Оценка погрешностей решения. Классификация погрешностей решения операторного уравнения. Число обусловленности оператора. Влияние числа обусловленности оператора на погрешности решения.

Практическое задание № 7.

Тема 3.1. Смазанные изображения. Уравнение для восстановления смазанного изображения. Классификация смазов изображения. Уравнения смаза. Обратимость матрицы смаза.

Практическое задание № 8.

Тема 3.2. Число обусловленности матрицы смаза. Нахождение числа обусловленности матрицы смаза. Зависимость числа обусловленности матрицы смаза от размерности изображения и величины смаза.

Практическое задание № 9.

Тема 3.3. Влияние числа обусловленности матрицы смаза на качество восстановления. Зависимость качества восстановления изображения от числа обусловленности и точности оцифровки изображения. Подбор оптимальных параметров для наилучшего восстановления изображения.

Критерии оценивания (для каждого задания):

9-10 б. – задание выполнено верно;

6-8 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;

3-5 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;

0-2 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки.

Максимальное количество баллов за практические задания – 90 (9 заданий по 10 баллов).

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации. Количество вопросов в экзаменационном задании – 3 (два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание). Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные теоретические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки практической работы.

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях, практических занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом опроса и выполнения практических заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников, выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Студент должен готовиться к предстоящему практическому занятию по всем обозначенным в рабочей программе дисциплины вопросам.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.