

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ
Ортогональные преобразования в обработке
изображений
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных вычислительных машин**

Учебный план 1.2.2._06_25_00.plx
 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		Итого	
	18		16			
Неделя	18		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	16	16	34	34
Иная контактная работа			0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	18	18	16,25	16,25	34,25	34,25
Контактная работа	18	18	16,25	16,25	34,25	34,25
Сам. работа	18	18	11	11	29	29
Часы на контроль			8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	36	36	36	36	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

д.т.н., доц., Новиков Анатолий Иванович; к.т.н., доц., Саблина Виктория Александровна; ст.преп. Бастрычкин Александр Сергеевич

Рабочая программа дисциплины

Ортогональные преобразования в обработке изображений

разработана в соответствии с:

ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от 28.05.2025 г. № 10

Срок действия программы: 2025-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Костров Борис Васильевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Электронных вычислительных машин

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины «Ортогональные преобразования в обработке изображений» является изучение теоретических основ практического применения ортогональных преобразований в базисах гармонических и негармонических функций в обработке изображений.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- получение теоретических знаний о линейных, евклидовых и метрических пространствах;
1.4	- приобретение умений вычисления рядов Фурье и ортогональных преобразований в базисах гармонических и негармонических функций;
1.5	- овладение принципами и практическими навыками применения известных ортогональных преобразований в обработке изображений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	2.1.5
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Для изучения дисциплины обучаемый должен
2.1.2	знать:
2.1.3	- основы линейной алгебры и математического анализа;
2.1.4	уметь:
2.1.5	- выполнять аналитические вычисления по заданным математическим формулам;
2.1.6	владеть:
2.1.7	- навыками программирования на одном или более языках, используемых для решения задач обработки изображений.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	математические методы аналитического и имитационного моделирования объектов и явлений.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять численные методы, методы проведения натурального и вычислительного экспериментов, статистического анализа и валидации математических моделей.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками использования проблемно-ориентированных комплексов программ и современных компьютерных технологий математического моделирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Ортогональные преобразования в базисах гармонических функций в обработке изображений					
1.1	Линейные пространства /Тема/	1	0			
1.2	Линейные пространства, подпространства, оболочки, объединение и пересечение подпространств. /Лек/	1	2		Л1.2 Л1.5Л2.5 Л2.7	Устный опрос по теме лекции
1.3	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	2		Л1.2 Л1.5Л3.1	Устный опрос
1.4	Евклидовы пространства /Тема/	1	0			
1.5	Евклидовы пространства. Ортогонализация базиса. Нормированные пространства. /Лек/	1	2		Л1.2 Л1.5Л2.7	Устный опрос по теме лекции
1.6	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	2		Л1.2 Л1.5Л3.1	Устный опрос
1.7	Метрические пространства /Тема/	1	0			

1.8	Метрические пространства. Основные функциональные пространства. /Лек/	1	2		Л1.2 Л1.5Л2.4	Устный опрос по теме лекции
1.9	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	2		Л1.2 Л1.5Л3.1	Устный опрос
1.10	Ряды Фурье /Тема/	1	0			
1.11	Обобщенный ряд Фурье. Ряд Фурье по тригонометрической системе функций. Ряд Фурье по ортогональным многочленам. /Лек/	1	4		Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.9	Устный опрос по теме лекции
1.12	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	4		Л1.4 Л1.5Л3.2	Устный опрос
1.13	Преобразования Фурье /Тема/	1	0			
1.14	Интегральное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. /Лек/	1	2		Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.6	Устный опрос по теме лекции
1.15	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	2		Л1.4 Л1.5Л3.2	Устный опрос
1.16	Дискретное преобразование Фурье в обработке изображений /Тема/	1	0			
1.17	Применение дискретного преобразования Фурье для сглаживания изображений. Применение дискретного преобразования Фурье для фильтрации периодического шума. /Лек/	1	4		Л1.4Л2.1 Л2.8	Устный опрос по теме лекции
1.18	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	4		Л1.4Л3.3	Устный опрос
1.19	Дискретное косинусное преобразование в обработке изображений /Тема/	1	0			
1.20	Дискретное синусное преобразование. Дискретное косинусное преобразование. Применение дискретного косинусного преобразования в обработке изображений. /Лек/	1	2		Л1.4Л2.2	Устный опрос по теме лекции
1.21	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	1	2		Л1.4Л3.3	Устный опрос
	Раздел 2. Ортогональные преобразования в базисах негармонических функций в обработке изображений					
2.1	Системы ортогональных базисных функций /Тема/	2	0			
2.2	Системы ортогональных базисных функций. Функции Радемахера. Функции Уолша. Способы формирования матриц Адамара. Способы упорядочения функций Уолша. /Лек/	2	2		Л1.1Л2.1 Л2.2	Устный опрос по теме лекции
2.3	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	2		Л1.1Л3.4	Устный опрос
2.4	Дискретные экспоненциальные функции и функции Виленкина-Крестенсона /Тема/	2	0			
2.5	Дискретные экспоненциальные функции. Функции Виленкина-Крестенсона. /Лек/	2	2		Л1.1Л2.1	Устный опрос по теме лекции
2.6	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	1		Л1.1Л3.4	Устный опрос
2.7	Применение функций Уолша в обработке изображений /Тема/	2	0			
2.8	Применение функций Уолша в обработке изображений. Квазидвумерное спектральное пространство. Свойства квазидвумерного спектра. /Лек/	2	4		Л1.1Л2.1 Л2.2	Устный опрос по теме лекции
2.9	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	4		Л1.1Л3.4	Устный опрос

2.10	Сравнение ортогональных преобразований /Тема/	2	0			
2.11	Сравнение ортогональных преобразований с точки зрения минимизации нормы ошибки восстановления. Преобразование Карунена-Лоэва. /Лек/	2	2		Л1.3Л2.2	Устный опрос по теме лекции
2.12	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	1		Л1.3Л3.4	Устный опрос
2.13	Вейвлет-анализ /Тема/	2	0			
2.14	Введение в вейвлет-анализ. Вейвлеты и кратномасштабная обработка. Преобразование Хаара. /Лек/	2	2		Л1.5Л2.1 Л2.2	Устный опрос по теме лекции
2.15	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	1		Л1.5Л3.4	Устный опрос
2.16	Вейвлет-преобразование /Тема/	2	0			
2.17	Вейвлет-функции. Дискретное вейвлет-преобразование. Быстрое вейвлет-преобразование. Схемы вычисления дискретного вейвлет-преобразования. /Лек/	2	2		Л1.5Л2.2 Л2.3	Устный опрос по теме лекции
2.18	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	1		Л1.5Л3.4	Устный опрос
2.19	Вейвлет-преобразования в обработке изображений /Тема/	2	0			
2.20	Применение вейвлет-преобразований в обработке изображений. /Лек/	2	2		Л2.2 Л2.3	Устный опрос по теме лекции
2.21	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. /Ср/	2	1		Л1.6Л3.4	Устный опрос
Раздел 3. Промежуточная аттестация						
3.1	Промежуточная аттестация /Тема/	2	0			
3.2	Иная контактная работа /ИКР/	2	0,25			Беседа по материалу
3.3	Зачет /Зачёт/	2	8,75			Письменный ответ на вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программы дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Ортогональные преобразования в обработке изображений»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Злобин В.К., Костров Б.В., Свирина А.Г.	Спектральный анализ изображений в конечных базисах : монография	М.: КУРС, 2016, 172с.	978-5-906818-50-8,978-5-16-012004-1, 1
Л1.2	Новиков А.И., Нелюхин С.А.	Основные алгебраические структуры. Численные методы линейной алгебры : учеб. пособие	Рязань, 2021, 132с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	Алан, Оппенгейм, Рональд, Шафер, Кулешов, С. А., Махиянова, Е. Б., Орлова, Н. Ф.	Цифровая обработка сигналов	Москва: Техносфера, 2012, 1048 с.	978-5-94836-329-5, https://www.iprbookshop.ru/26906.html
Л1.4	Новиков А.И.	Дискретное преобразование Фурье и обработка изображений : учеб. пособие	Рязань, 2022, 92с.	, 1
Л1.5	Клочко В.К.	Линейные дифференциальные и разностные уравнения. Интегральные преобразования. Спецглавы высшей математики : учеб. пособие	Москва: КУРС, 2024, 163с.	978-5-907228-51-1, 1
Л1.6	Умняшкин, С. В.	Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие	Москва: Техносфера, 2024, 552 с.	978-5-94836-686-9, https://www.iprbookshop.ru/145881.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Залмансон Л.А.	Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях	М.: Наука, 1989, 496с.	5-02-014094-5, 1
Л2.2	Рафаэл, Гонсалес, Ричард, Вудс, Рубанов, Л. И., Чочиа, П. А., Чочиа, П. А.	Цифровая обработка изображений	Москва: Техносфера, 2012, 1104 с.	978-5-94836-331-8, https://www.iprbookshop.ru/26905.html
Л2.3	Кравченко, В. Ф., Чуриков, Д. В., Кравченко, В. Ф.	Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами	Москва: Техносфера, 2018, 182 с.	978-5-94836-506-0, https://www.iprbookshop.ru/84710.html
Л2.4	Сибиряков Г. В., Мартынов Ю. А.	Метрические пространства	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 184 с.	978-5-8114-2160-2, https://e.lanbook.com/book/212357
Л2.5	Михалев, А. В., Михалев, А. А.	Алгебра матриц и линейные пространства : учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024, 145 с.	978-5-4497-2433-5, https://www.iprbookshop.ru/133917.html
Л2.6	Головешкин В. А.	Преобразование Фурье : учебно-методическое пособие	Москва: РТУ МИРЭА, 2023, 74 с.	978-5-7339-1806-8, https://e.lanbook.com/book/368759

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.7	Туганбаев А. А.	Линейные и евклидовы пространства : учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, 160 с.	978-5-507-48083-8, https://e.lanbook.com/book/385904
Л2.8	Цапенко, Н. Е.	Математика. Двумерное преобразование Фурье и его приложения : учебное пособие	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2023, 49 с.	978-5-907560-83-3, https://www.iprbookshop.ru/137532.html
Л2.9	Войтко, И. В., Старостина, С. А., Сухотерин, М. В.	Числовые и степенные ряды. Ряды Фурье : учебное пособие	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2024, 148 с.	978-5-9729-1747-1, https://www.iprbookshop.ru/143434.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Новиков А.И., Пронькин А.В.	Основы теории информации и цифровой обработки сигналов. Часть 1: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2020,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2762
Л3.2	Новиков А.И.	Основы теории информации и цифровой обработки сигналов: ряды Фурье, дискретное преобразование Фурье. Часть 2: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2021,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3384
Л3.3	Новиков А.И., Шамин Н.О.	Основы теории информации и цифровой обработки сигналов: удаление периодических помех цифровых изображений. Часть 3: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2022,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3385
Л3.4	Костров Б.В., Вьюгина А.А., Баранова С.Н.	Обработка цифровых изображений: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания	Рязань: , 2023,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3831

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader DC	Свободное ПО
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	02/1-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (CPU Intel Core i5-3470, 8 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 64 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
2	02/2-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 9 компьютеров (CPU Intel Core i5-3470, 8 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 18 мест, специализированная мебель
3	122 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 10 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 955, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 56 мест, мультимедиа проектор, интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска
4	209 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 14 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 48 мест, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
5	210 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 44 места, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска
6	32-БИ бизнес-инкубатор. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 13 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 965, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 14 мест, лабораторное сетевое оборудование, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Ортогональные преобразования в обработке изображений»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Костров Борис Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ	10.07.25 10:14 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Костров Борис Васильевич, Заведующий кафедрой ЭВМ	10.07.25 10:14 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ ОА	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Нефедова Елена Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры	10.07.25 16:07 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО НР И И	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Гусев Сергей Игоревич, Проректор по научной работе и инновациям	10.07.25 16:07 (MSK)	Простая подпись