

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
президиумом
Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Адаптивные радиоэлектронные системы

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки

**02.04.02 «Фундаментальная информатика
и информационные технологии»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биоинформатика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Адаптивные радиоэлектронные системы» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Б1.В основной образовательной программы по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение и углубление математических методов описания адаптивных радиоэлектронных систем;
- освоение методов анализа и синтеза таких систем, исследование устойчивости их работы;
- изучение методов и подходов в области практических приложений теории адаптивных систем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 способность использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий Этап освоения <u>завершающий</u>	31 (ОПК-3) Иметь углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам
ПК-2 способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий. Этап освоения <u>завершающий</u>	У1 (ПК-2) Уметь использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий в области адаптивных радиоэлектронных систем

3. Структура и содержание дисциплины «Адаптивные радиоэлектронные системы» Содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации, 29 часов составляет самостоятельная работа обучающегося, 45 часов отводится на подготовку к экзамену.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		лекционного	семинарского	лабораторного	Всего	
		Занятия типа	Занятия типа	Занятия типа		
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Раздел 1. Методы оптимизации и адаптации. Примеры адаптивных радиоэлектронных систем	10	5			5	5
Раздел 2. Градиентные адаптивные алгоритмы. Разновидности градиентных алгоритмов. Сходимость и устойчивость градиентных алгоритмов	10	5			5	5
Раздел 3. Применение адаптивного линейного сумматора. Уравнение Винера-Хопфа. Декорреляция сигнала ошибки и входных сигналов	10	5			5	5
Раздел 4. Многоканальный компенсатор комплексных сигналов. Основное уравнение. Декоррелятор Грама-Шмидта	10	5			5	5
Раздел 5. Структуры декоррелятора и компенсатора помехи, синтезированные на основе степенного базиса	10	6			6	4
Раздел 6 Адаптивные антенные решетки. Метод прямого обращения корреляционной матрицы. Регуляризация весового вектора в базисе степенных векторов	11	6			6	5
В т.ч. текущий контроль	2	2			2	
Промежуточная аттестация – экзамен – 45 часов						

4. Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих форм проведения занятий.

При чтении лекций используется активная форма, заключающаяся в разборе конкретных ситуаций, возникающих при анализе рассматриваемых физических явлений (анализ корректности постановки задачи, выявление физического смысла полученного результата).

Основными видами образовательных технологий курса «Адаптивные радиоэлектронные системы» являются лекции с применением технологий интерактивного обучения (презентаций) и самостоятельная работа студента.

Используются следующие **интерактивные формы** проведения занятий:

- предоставление студентам адресов необходимых Интернет-ресурсов;

- обмен со студентами адресами электронной почты для обеспечения оперативного взаимодействия;
- отправка студентам электронных писем, содержащих необходимые образовательные ресурсы (материалы к лекциям и лабораторным занятиям);
- предоставление студентам возможности обсуждения проблем, возникающих при освоении дисциплины, с использованием сети Интернет.

В рамках данного учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний Intel, Nokia и др. с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, решения прикладных задач с помощью компьютерных симуляций, стимулирования внеаудиторной работы.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине.

Во время лекций формулируются проблемы, которые студенты должны решить самостоятельно. На последующих лекциях проводится открытое обсуждение полученных результатов и даётся правильное решение.

Задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (см. Раздел 6.4) выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования:

ОПК-3: способность использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знания <i>Иметь углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий</i>	Отсутствие теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие грубых ошибок в теоретических и практических знаниях в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие углубленных теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие углубленных теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие углубленных теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий	Наличие углубленных теоретических и практических знаний в области фундаментальной информатики и информационных технологий

информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам. Невозможность оценить полностью знания вследствие отказа обучающегося от ответа	формационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	мационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам с рядом ошибок	онных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	применительно к адаптивным радиоэлектронным системам с незначительными погрешностями	тики и информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	тики и информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам без ошибок и погрешностей и свободное владение ими
Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

ПК-2: способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения <i>Уметь</i> использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Полное отсутствие умения использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Наличие грубых ошибок в умении использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Умение использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Умение использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Умение использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Умение использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов	Умение самостоятельно и свободно использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов

нальных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	нальных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам-Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	профессиональных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	дологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам рядом ошибок	в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам с незначительными ошибками	онных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам с незначительными погрешностями	гий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам	ных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий применительно к адаптивным радиоэлектронным системам
Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Используется традиционная семибалльная шкала оценивания, утвержденная приказом ректора ННГУ от 10.10.2002 №229_ОД.

№ пп	Оценка, её обозначение и соответствующий ей числовой балл	Определение (уровень подготовки, характеризующий оценкой)	Средний % студентов, получивших указанную оценку
1	Превосходно (прев; 5,5)	Превосходная подготовка с очень незначительными погрешностями	10%
2	Отлично (отл; 5)	Подготовка, уровень которой существенно выше среднего с некоторыми ошибками	25%
3	Очень хорошо (очхор; 4,5)	В целом хорошая подготовка с рядом заметных ошибок	30%
4	Хорошо (хор; 4)	Хорошая подготовка, но со значительными ошибками	25%
5	Удовлетворительно (уд; 3)	Подготовка, удовлетворяющая минимальным требованиям	10%
6	Не удовлетворительно (неуд; 2)	Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания	
7	Плохо (плох; 1)	Подготовка совершенно недостаточная	

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- *контрольные задания.*

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используется

- *устное собеседование.*

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примеры контрольных вопросов для аттестации по итогам освоения дисциплины (ОПК-3):

- Корреляционная матрица шума, принимаемого антенной решеткой. Каковы ее свойства?
- Как определить оптимальный весовой вектор для адаптивной антенной решетки?
- Адаптивный линейный сумматор и уравнение Винера-Хопфа.

Примеры контрольных вопросов для аттестации по итогам освоения дисциплины (ПК-2):

- Градиентные алгоритмы оптимизации, условия сходимости.
- Представление оптимального весового вектора в базисе степенных векторов.
- Компенсатор помехи, коэффициент подавления помехи.
- Методы регуляризации в задачах адаптивной компенсации помех.
- Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.
- Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) **«Адаптивные радиоэлектронные системы»**

а) основная литература:

1. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Методы обработки сигналов в адаптивных антенных решетках и компенсаторах помехи. Учебное пособие. Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2015. 194 с.
2. Ермолаев В.Т., Мальцев А.А., Флакман А.Г., Болховская О.В., Ключев А.В. Мобильная связь: вопросы теории и типовые задачи. Учебное пособие. Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2014. 234 с.

б) дополнительная литература:

1. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. 1104 с.
2. Тихонов В.И., Харисов И.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
3. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов, М.: Радио и связь, 1989.
4. Монзинго Р.А., Миллер Т.У, Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. М.: Радио и связь, 1986.

5. Журавлев А.К., Лукошкин А.П., Поддубный С.С. Обработка сигналов в адаптивных антенных решетках. Л.; Изд. Лен. универ., 1983.
6. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь, 1981.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- аудиторный фонд ННГУ,
- аудитория для работы с мультимедийным проектором.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению **02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»** (магистратура).

Автор _____ д.т.н., профессор Ермолаев В.Т.

Рецензент _____ д.т.н., профессор Орлов И.Я.

Заведующий кафедрой _____ д.ф.-м.н., профессор Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 14.11.22, протокол № 08/22.