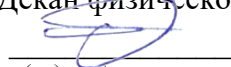


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета  
  
(подпись) И.С. Огнев

«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Современные проблемы радиотехники»**

Направление подготовки  
03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль)  
Информационные процессы и системы

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «26» апреля 2024 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «30» апреля 2024 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Современные проблемы радиотехники» является: получение студентами знаний о современных проблемах и тенденциях развития науки в области радиотехники.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Современные проблемы радиотехники», будут востребованы при изучении дисциплин: «Радиотехнические и телекоммуникационные системы», «Системы и сети связи с подвижными объектами», «Устройства приема и обработки сигналов в информационных системах», «Цифровое телерадиовещание», а также при выполнении выпускных квалификационных работ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1 Способен проводить обзор и анализ современных достижений науки, самостоятельно собирать и анализировать исходные данные в том числе с использованием передовых ИКТСС, формулировать задачи профессиональной деятельности для достижения поставленной цели.	ИД_ПК-1.1 Осуществляет работу с современными источниками научно-технической информации, в том числе с использованием ИКТСС	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– проблемы и направления развития современной радиотехники;</li><li>– области применения радиотехнических методов на практике и в смежных областях науки;</li><li>– достижения современной радиотехники.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– находить и критически анализировать информацию о современных достижениях в области радиотехники и связи;</li><li>– анализировать найденные в источниках варианты решения профессиональных задач, оценивая их достоинства и недостатки.</li></ul>
	ИД_ПК-1.2 Самостоятельно осуществляет анализ исходных данных для постановки задач профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками определения ожидаемых результатов решения типичных задач в области анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов.</li></ul>

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
ПК-2 Способен к организации и самостоятельному выполнению фундаментальных и (или) прикладных исследований поискового, теоретического и (или) экспериментального характера включая моделирование с использованием программных средств общего и специального назначения	ИД_ПК-2.1 Составляет план проведения исследований и при необходимости корректирует его с учетом текущих результатов исследования	<b>Уметь:</b> – использовать современные достижения радиотехники в своей научно-исследовательской работе.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение	1		4				16	Домашняя работа
2	Теория радиотехнических сигналов	1		4		0,5		17	Домашняя работа
3	Вейвлет-анализ в радиотехнике	1		2		0,5		17	Домашняя работа
4	Фрактальный анализ в радиотехнике	1		4		0,5		16	Домашняя работа
5	Современные задачи цифровой фильтрации	1		4		0,5		17	Домашняя работа

6	Устройства передачи и помехоустойчивого приема радиосигналов	1		4		0,5		17	Домашняя работа
7	Когнитивное радио	1		2		0,5		17	Домашняя работа
		1				2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего за 1 семестр 180 часов</b>			<b>24</b>		<b>5</b>	<b>0,5</b>	<b>150,5</b>	
	<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>		<b>5</b>	<b>0,5</b>	<b>150,5</b>	

### Содержание тем дисциплины

#### *Тема № 1. Введение*

Структура и особенности дисциплины. Краткая история развития радиотехники, современное состояние и закономерности развития. Влияние смежных научных направлений и прочих факторов на развитие радиотехники.

#### *Тема № 2. Теория радиотехнических сигналов*

Спектральное представление периодических и непериодических сигналов. Узкополосные сигналы. Шумоподобные сигналы. Корреляционный анализ сигналов.

#### *Тема № 3. Вейвлет-анализ в радиотехнике*

Общие сведения о вейвлет-преобразовании. Непрерывный вейвлет-анализ. Дискретный (ортогональный) вейвлет-анализ. Сжатие видеoinформации на основе вейвлетов. Практические приложения вейвлет-анализа. Ближайшие перспективы применения вейвлетов.

#### *Тема № 4. Фрактальный анализ в радиотехнике*

Общие сведения из теории фракталов. Классификация фракталов. Стохастические фракталы. Земные покровы, как фрактальные поверхности. Фрактальный алгоритм сжатия информации.

#### *Тема № 5. Современные задачи цифровой фильтрации*

Общая схема цифровой обработки сигналов. Цифровые фильтры. Структурные схемы линейных цифровых фильтров. Устойчивость цифровых фильтров. Двумерные и многомерные цифровые фильтры. Синтез цифровых фильтров. Реализация цифровых фильтров на современной элементной базе.

#### *Тема № 6. Устройства передачи и помехоустойчивого приема радиосигналов*

Радиопередающие и радиоприемные устройства. Оптимальная линейная фильтрация сигнала в приемных устройствах. Элементы теории помехоустойчивого приема. Кодирование сообщений в системах связи.

#### *Тема № 7. Когнитивное радио*

Программно-определяемое радио (SDR). Концепция когнитивного радио. Применение нейронных сетей и других методов машинного обучения в радиосвязи.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002. 510 с. URL:  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=302691&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=302691&cat_cd=YARSU)
2. Каганов В.И., Битюгов В.К. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. 542 с. URL:  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=691441&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=691441&cat_cd=YARSU)
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2003. 462 с. URL:  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=305228&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=305228&cat_cd=YARSU)

### **б) дополнительная литература**

1. Шелухин, О. И. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения / Шелухин О. И., Осин А. В., Смольский С. М.; Под ред. О. И. Шелухина. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 368 с. - URL:  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109499.html>

2. Белоус, А. И. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Солодуха В. А., Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2015. - 696 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363981.html>
3. Белоус, А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2016. - 688 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364445.html>
4. Белоус, А. И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 2 [Электронный ресурс] / Белоус А. И., Мерданов М. К. Шведов С. В. - Москва: Техносфера, 2016. - 728 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364469.html>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий (семинаров) равно списочному составу группы обучающихся.

Авторы:

Доцент кафедры инфокоммуникаций и радиофизики, к.т.н., \_\_\_\_\_ А.И. Топников  
(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Современные проблемы радиотехники»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задание для самостоятельной (домашней) работы**

1. Выбрать тему из тех, что рассматриваются в дисциплине.
2. Произвести подходящих поиск источников информации по выбранной теме. Проанализировать современное состояние предметной области, выделить и систематизировать существующие проблемы. Подготовить отчет по результатам проделанной работы.
3. В рамках выбранной темы выбрать одну конкретную проблему, произвести более глубокий анализ в рамках данной проблемы. Систематизировать существующие решения данной проблемы и/или возможные (перспективные) пути решения.
4. Подготовить доклад и выступить с ним на практическом занятии. Особое внимание стоит уделить характеристике используемых источников, практическим примерам, возможности использования полученных в рамках подготовки доклада знаний в своей научной деятельности.

**Критерии оценивания заданий**

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>Соответствие ответа вопросу задания</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Почти полное	Полное
<b>Раскрытие темы</b>	Тема раскрыта поверхностно	Тема раскрыта хорошо, но не полностью	Тема глубоко раскрыта
<b>Логика изложения и аргументация</b>	Изложение непоследовательное, аргументировано лишь отчасти	Изложение последовательно, но в логике есть изъяны или аргументы приведены не ко всем положениям.	Изложение логически структурировано и аргументировано
<b>Корректность изложения</b>	Многие факты сомнительные или неточные	Факты в основном точные	Факты представлены точно
<b>Анализ</b>	Недостаточное использование ключевых понятий (концепций)	Хорошее владение терминологией, однако не хватает сравнительного или критического анализа	Строгий критический анализ ключевых понятий (концепций)

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)</b>	<b>Продвинутый уровень (на «хорошо»)</b>	<b>Высокий уровень (на «отлично»)</b>
<b>Стиль изложения</b>	Излишние повторения, лишний текст, ненаучная лексика и жаргонизмы	Научный стиль изложения, однако затянута	Концентрированный текст, насыщенный фактами и аргументами, удерживает внимание
<b>Оформление</b>	Неопрятная и трудно читаемая работа	Работа оформлена хорошо, хотя и есть недостатки	Четко и хорошо оформленная работа
<b>Объём</b>	Слишком длинная / короткая работа	Тема требует несколько более длинного/короткого изложения	Разумный объём, соответствующий теме
<b>Представление данных</b>	Неэффективное использование или неиспользование схем / таблиц для подтверждения аргументов	Таблицы и/или схемы используются, однако не лучшим образом (в том числе приведённые в них данные не обсуждаются в тексте)	Эффективное использование схем / таблиц для подтверждения аргументов
<b>Грамотность</b>	Много орфографических и грамматических ошибок	Есть отдельные ошибки	Нет орфографических ошибок, грамматически правильные предложения
<b>Использование источников</b>	Имеются ссылки на все источники, однако цитируются слишком большие отрывки или ссылки расставлены не по правилам	Имеются единичные ошибки цитирования.	Адекватное использование источников

## **2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к экзамену:**

1. Краткая история развития радиотехники, современное состояние и закономерности развития.
2. Влияние смежных научных направлений и прочих факторов на развитие радиотехники.
3. Спектральное представление периодических и непериодических сигналов. Узкополосные сигналы. Шумоподобные сигналы.
4. Корреляционный анализ сигналов.
5. Общие сведения о вейвлет-преобразовании. Непрерывный вейвлет-анализ. Дискретный (ортогональный) вейвлет-анализ.
6. Сжатие видеоинформации на основе вейвлетов.



7. Практические приложения вейвлет-анализа.
8. Ближайшие перспективы применения вейвлетов.
9. Общие сведения из теории фракталов. Классификация фракталов.
10. Стохастические фракталы.
11. Земные покровы, как фрактальные поверхности.
12. Фрактальный алгоритм сжатия информации.
13. Общая схема цифровой обработки сигналов.
14. Цифровые фильтры. Структурные схемы линейных цифровых фильтров.
15. Устойчивость цифровых фильтров.
16. Двумерные и многомерные цифровые фильтры.
17. Синтез цифровых фильтров.
18. Реализация цифровых фильтров на современной элементной базе.
19. Радиопередающие и радиоприемные устройства.
20. Оптимальная линейная фильтрация сигнала в приемных устройствах.
21. Элементы теории помехоустойчивого приема.
22. Кодирование сообщений в системах связи.
23. Программно-определяемое радио.
24. Когнитивная радиосвязь.
25. Применение нейронных сетей и других методов машинного обучения в радиосвязи.

#### Критерии оценивания ответов на вопросы

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
<b>Содержание ответа</b>	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

### 3 Описание процедуры выставления оценки

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 40 минут.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые,

полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в научных терминах, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Современные проблемы радиотехники»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Освоить вопросы дисциплины «Современные проблемы радиотехники» самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных занятий является совершенно необходимым. Особое внимание стоит уделить самостоятельной работе.

Основной формой занятий по дисциплине «Современные проблемы радиотехники» являются лекции и практические занятия. Практические занятия подразумевают активную работу студентов и своевременную подготовку к ним. Темы докладов заранее объявляются преподавателем, отвечающим за проведение практических занятий.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Во время подготовки к экзамену предусмотрена консультация.