

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
(факультет / институт / филиал)

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

Рабочая программа дисциплины
Свойства беспроводных каналов связи
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Теория информации

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Свойства беспроводных каналов связи:» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.	<p><i>Знать</i> проблемы и методы научных исследований, опытно-конструкторских разработок в области информатики и информационных технологий (ФИИТ)</p> <p><i>Уметь</i> определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности</p> <p><i>Владеть</i> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i>

	<p>ПК-1.2. Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Знать</i> основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации о выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ</p> <p><i>Уметь</i> самостоятельно составлять научно-технические отчеты и документацию о выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ</p> <p><i>Владеть</i> навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</p>	<p><i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i></p>
	<p>ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений.</p>	<p><i>Знать</i> основные способы представления и продвижения результатов в области опытно-конструкторских разработок, формировать их новые направления в области информатики и информационных технологий (ФИИТ)</p> <p><i>Уметь</i> Организовывать и выполнять, научные исследования и опытно-конструкторские разработки в области ФИИТ применительно к профессиональ-</p>	<p><i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i></p>

		<p>ной деятельности</p> <p><i>Владеть</i> навыками руководства научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к цифровой обработке сигналов</p>	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	75
КСР	1
Промежуточная аттестация – экзамен	1

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Раздел 1. Передача сигнала в свободном пространстве. Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов.	17	5			5	12
Раздел 2. Многолучевое распространение сигнала. Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления.	17	5			5	12
Раздел 3. Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса. Частотная дисперсия сигнала. Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.	17	5			5	12
Раздел 4. Разнесенный прием. Выигрыш в системе с разнесенным приемом.	17	5			5	12
Раздел 5. Вероятность битовой ошибки в релейском и райсовском некоррелированном и коррелированном каналах.	18	5			5	13
Раздел 6 Оценивание канала в системах связи, использующих OFDM сигналы.	21	6			6	15
В т.ч. текущий контроль	1	1			1	
Промежуточная аттестация – зачет						

Основными видами образовательных технологий курса «Свойства беспроводных каналов связи» 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.

4. 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.

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

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п.5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	от ответа					
--	-----------	--	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Примеры контрольных вопросов	Код компетенции (согласно РПД)
1. Понятие отношения мощности сигнала к средней мощности шума.	ПК-1
2. Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов в свободном пространстве	ПК-1
3. Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления. Зависимость мощности принятого сигнала от расстояния.	ПК-1
4. К каким радиофизическим эффектам приводит многолучевое распространение сигнала?	ПК-1
5. Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса.	ПК-1
6. Частотная дисперсия сигнала, обусловленная мобильностью абонента. Эффект Доплера.	ПК-1
7. Импульсная характеристика и частотная передаточная функция канала.	ПК-1
8. Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.	ПК-1
9. Пропускная способность каналов. Теорема Шеннона.	ПК-1
10. Разнесенный прием. Различные виды разнесения.	ПК-1
11. RAKE-приемник в CDMA-системе.	ПК-1
12. Вероятность битовой ошибки в релейском канале.	ПК-1

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Свойства беспроводных каналов связи»

а) основная литература:

1. Ермолаев В.Т., Флакسمан 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., Флакسمан 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. Тихонов В. И. - Статистическая радиотехника. М.: Сов. радио.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программе дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки **02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»** (магистратура) (утвержден приказом ректора ННГУ 178-ОД от 13.04.2020)

Автор: к.т.н., ст. преподаватель Аверин И.М.

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» ноября 2022 года, протокол № 08/22.