

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 ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Свойства беспроводных каналов связи
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)
Направление подготовки / специальность

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Системы подвижной цифровой защищенной связи
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.38 «Свойства беспроводных каналов связи» относится к дисциплинам обязательной части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

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**	
ОПК11.1 Способен выбирать методы, разрабатывать и реализовывать алгоритмы для обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	ОПК-11.1.1 Знает методы, алгоритмы обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Знает основные свойства беспроводных каналов связи в системах подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование
	ОПК-11.1.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Умеет применять основные методы и алгоритмы беспроводных каналов связи для обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование
	ОПК-11.1.3 Владеет навыками обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Владеет навыком использования основных методов и алгоритмов обработки сигналов в беспроводных каналах связи для обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование
ОПК11.3 Способен использовать и реализовывать алгоритмы распределенной обработки информации и	ОПК-11.3.1 Знает методы распределенной обработки информации и сигналов в целях обеспечения	Знает основные свойства беспроводных каналов связи для обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование

сигналов в целях обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи		
	ОПК-11.3.2 Умеет реализовывать алгоритмы распределенной обработки информации и сигналов в целях обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Умеет: реализовывать алгоритмы обработки сигналов в беспроводных каналах связи в целях обеспечения безопасности систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование
ПК-1 Способен исследовать методы построения и разрабатывать алгоритмы реализации систем безопасности телекоммуникационных каналов в подвижной цифровой защищенной связи	ПК-1.1. Знает: основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Знает: Основные свойства беспроводных каналов связи и принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование
	ПК-1.2. Умеет: организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи	Умеет: Организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ 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	39		
КСР	1		
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	Экзамен		

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Раздел 1. Передача сигнала в свободном пространстве. Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов.	11	5			5	6
Раздел 2. Многолучевое распространение сигнала. Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления.	11	5			5	6
Раздел 3. Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса. Частотная дисперсия сигнала. Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.	13	6			6	7
Раздел 4.Разнесенный прием. Выигрыш в системе с разнесенным приемом.	12	5			5	7

Раздел 5. Вероятность битовой ошибки в релейском и райсовском некоррелированном и коррелированном каналах.	11	5			5	6
Раздел 6. Оценивание канала в системах связи, использующих OFDM сигналы.	13	6			6	7
Итого:	71	32			32	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках индивидуальных консультаций

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, 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.

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

– контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п.5.2. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

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

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	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	вследствие отказа обучающегося от ответа			негрубых ошибок	х ошибок		
<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 от ответа	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

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»
	удовлетворител	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

	ьно	«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

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Понятие отношения мощности сигнала к средней мощности шума.	ОПК-11.1
Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов в свободном пространстве	ОПК-11.1
Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления. Зависимость мощности принятого сигнала от расстояния.	ОПК-11.1
К каким радиофизическим эффектам приводит многолучевое распространение сигнала?	ОПК-11.3
Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса.	ОПК-11.3
Частотная дисперсия сигнала, обусловленная мобильностью абонента. Эффект Доплера.	ОПК-11.3
Импульсная характеристика и частотная передаточная функция канала.	ОПК-11.3
Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.	ПК-1
Пропускная способность каналов. Теорема Шеннона.	ПК-1
Разнесенный прием. Различные виды разнесения.	ПК-1
RAKE-приемник в CDMA-системе.	ПК-1
Вероятность битовой ошибки в релейском канале.	ПК-1

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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., Клюев А.В. Мо-бильная связь: вопросы теории и типовые задачи. Учебное пособие. Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2014. 234 с.

б) дополнительная литература:

1. Беспроводные коммуникации: [пособие для студентов и аспирантов] / А. Голдсмит ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова, Н. Р. Триски ; под ред. В. А. Березовского. - Москва : Техносфера, 2011. - 903 с. : ил., табл.; 25 см. - (Мир радиоэлектроники; XVII-03).;
2. Тихонов В. И. - Статистическая радиотехника. М.: Сов. радио.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: *доска, проектор*.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор (ы) _____ Аверин И.М.

Заведующий кафедрой _____ Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.