

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
Системы мобильной связи 5G**

Уровень высшего образования
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки
10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»

Направленность образовательной программы
Системы подвижной цифровой защищенной связи

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 «Системы мобильной связи 5G» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», которая формируется участниками образовательных отношений.

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	
ПК-3 Способен разрабатывать средства защиты и реализовывать алгоритмы обработки информации в беспроводных системах связи	ПК-3.1 Знает Основные характеристики и показатели эффективности беспроводных систем связи	Знает основы теории передачи информации (понятия, определения, теоремы), необходимые для реализации алгоритмов обработки и основные характеристики и показатели эффективности беспроводных систем связи, позволяющие разрабатывать средства защиты беспроводных систем связи	Собеседование
	ПК-3.2 Умеет обеспечивать рациональный выбор элементной базы при проектировании устройств и систем защиты беспроводных систем связи	Умеет применять теоретические основы теории передачи информации для реализации алгоритмов обработки данных и основные характеристики и показатели эффективности беспроводных систем связи для разработки средств защиты беспроводных систем связи	Собеседование
	ПК-3.3 Владеет: - навыками систематизации сведений о методах, средствах защиты в системах подвижной цифровой защищенной связи	Владеет аппаратом теории передачи информации, необходимым для реализации алгоритмов обработки данных	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	72		
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	Зачет		

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 из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
1. Обзор стандартов мобильной сотовой связи 3G–5G, разрабатываемых комитетом 3GPP	7	3			3	4
2. Архитектура систем связи 5G	7	3			3	4
3. Новые сценарии коммуникации: D2D, mmWave, M2M	7	3			3	4
4. Технологии радиодоступа 5G. TDD, FDD схемы.	7	3			3	4
5. Методы измерения характеристик канала связи	8	4			4	4
6. Референсные сигналы для демодуляции OFDM и DFT-s-OFDM символов	8	4			4	4
7. Передача сигналов в системах 5G с многоэлементными антенными	8	4			4	4
8. Управление диаграммами направленности в восходя-	9	4			4	5

щем и нисходящем каналах						
9. Модели беспроводных каналов распространения 5G	10	4			4	6
Итого	71	32			32	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках индивидуальных консультаций

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются следующие виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в 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 зачёта по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

Самостоятельная работа осуществляется в следующих формах.

- 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 промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в пункте 5.2 и выдаются студентам заранее. 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 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выпол-	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в пол-

	чающегося от ответа	ошибки.	задания но не в полном объеме.	нены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	некоторые с недочетами.	недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	ном 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»
	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

вопросы	Код формируемой компетенции
Принципы разработки стандартов систем связи Международным Союзом Электросвязи (ITU)	ПК-3
Новые сценарии развертывания систем мобильной сотовой связи 5G.	ПК-3
Референсные сигналы для измерения характеристик восходящего канала связи	ПК-3
Информация о состоянии канала (CSI), передаваемая с пользовательского оборудования на базовую станцию	ПК-3
Методы пространственного прекодинга при передаче данных в восходящем канале связи	ПК-3
Передача данных в восходящем канале без использования кодовой книги	ПК-3
Процедура выбора лучей антенн в восходящем канале связи	ПК-3

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- [1] W. Xiang, K. Zheng. 5G Mobile Communications. Springer. 2016.
- [2] E. Dahlman, S. Parkvall, J. Skold 5G NR The Next Generation Wireless Access Technology 2ndEd (2020)
- [3] 5G: как работает технология и зачем нам это нужно [Электронный ресурс] - URL: <https://rb.ru/longread/what-is-5G/> (дата обращения: 10.04.2020).

б) дополнительная литература:

- [4] Asplund H et al. Advanced Antenna Systems for 5G Network Deployments: Bridging the Gap Between Theory and Practice. Academic Press, 2020
- [5] X. Lin, N. Lee. 5G and Beyond. Fundamentals and Standards. Springer. 2021.
- [6] TR, 38.913, "5G; Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies (Release 16)", Jul. 2020.
- [7] M. Enescu, 5G New Radio: A Beam-based Air Interface, Hoboken, NJ, USA:Wiley, 2020.

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) _____Мальцев А.А..

Заведующий кафедрой _____Мальцев А.А.

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