

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

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Спецпрактикум по мобильным системам радиосвязи

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.05 Спецпрактикум по мобильным системам радиосвязи относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-5: Способен использовать современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий	<p>ПК-5.1: Знает базовое оборудование и принципы его работы в информационных системах различных частотных диапазонов</p> <p>ПК-5.2: Знает основные принципы автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации</p> <p>ПК-5.3: Умеет измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений</p> <p>ПК-5.4: Умеет обрабатывать полученные в ходе эксперимента данные с использованием современных информационных технологий; проводить численные расчеты физических величин при обработке экспериментальных результатов</p> <p>ПК-5.5: Имеет практические навыки работы с измерительными приборами - осциллографическими, оптическими, спектральными, устройствами ввода/вывода данных</p> <p>ПК-5.6: Имеет практические навыки</p>	<p>ПК-5.1: Знает принципы работы базового оборудования применяемого в мобильных системах связи</p> <p>ПК-5.2: Знает методы статистической обработки физической информации в мобильных системах связи</p> <p>ПК-5.3: Умеет измерять стохастические характеристики каналов связи</p> <p>ПК-5.4: Умеет использовать методы статистической обработки данных, полученных в ходе эксперимента</p> <p>ПК-5.5: Владеет знаниями об устройстве современных осциллографов - навыками использования современных осциллографов</p> <p>ПК-5.6: Владеет навыками эксплуатации</p>	Задания	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p> <p>Зачёт с оценкой: Контрольные вопросы</p>

	эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования ПК-5.7: Имеет практические навыки работы с вычислительной техникой на уровне применения в экспериментальных исследованиях	современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования применяемого в системах мобильной связи ПК-5.7: Владеет навыками обработки результатов экспериментальных исследований с помощью современных технологий		
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	7
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	92
- КСР	3
самостоятельная работа	157
Промежуточная аттестация	0 Зачёт, Зачёт с оценкой

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Тема 1. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Начальные понятия.	80		30	30	50

Тема 2. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Основные понятия	80		30	30	50
Тема 3. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Дополнительные исследования.	89		32	32	57
Аттестация	0				
КСР	3			3	
Итого	252	0	92	95	157

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Начальные понятия

Тема 2. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Основные понятия

Тема 3. Основные принципы моделирования современных систем радиосвязи. Дополнительные исследования.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 92 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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.
- Задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

- I.
1. Оценить разброс оценки $\langle x \rangle$ при $n = 1$, $n = 40$, $n = 128$. Составить их отношение и объяснить, чем это отношение определяется.
 2. Нарисовать качественно график зависимости С.К.О. от N , показать, как по графику оценить время корреляции процесса.
 3. Объяснить чем определяется предел, к которому стремиться С.К.О. оценки с возрастанием времени между усредняемыми отсчетами Dt (что следует изменить в алгоритме оценки, чтобы уменьшить этот предел, например, в 2 раза).
 4. Рассказать о чём гласит закон больших чисел.
- II.
1. Изучить, как изменяются вид реализации, корреляционная функция, спектральная плотность мощности узкополосного процесса в зависимости от ширины спектра. Снять зависимость времени корреляции узкополосного процесса от ширины спектра.
 2. Измерена функция корреляции некоторого процесса $x(t)$, которая оказалась равной . Определить среднее значение $\langle x \rangle$, дисперсию σ_x^2 и время корреляции исследуемого процесса.
 3. Даны два случайных нормальных процесса $x(t)$ и $y(t)$. Известны их дисперсии: $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = 1$ и коэффициент корреляции R_{xy} . Показать, что процессы $x(t)$ и $y(t) = y(t) - kx(t)$ становятся статистически независимыми при $k = R_{xy}$
- III.
1. Качественно объяснить отличие двух сигналов : 1) аддитивная смесь НЧ-шума и гармонического сигнала (полоса шума меньше полосы сигнала) 2) аддитивная смесь белого шума и гармонического сигнала (полоса шума больше полосы сигнала).
 2. Можно ли из узкополосного сигнала получить строго гармонический? Что для этого необходимо сделать?
 3. Нарисовать график СПМ выходного сигнала квадратичного детектора, если на вход поступил синусоидальный сигнал с частотой 1кГц.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Как изменяется вид реализации, и вид спектра с ростом времени корреляции?
2. Как связаны ширина спектра и время корреляции процесса?
3. Что характеризует собой разброс оценки $\langle x \rangle$ при каждом фиксированном числе независимых измерений ($n = \text{const}$)?
4. Что происходит с С.К.О. оценки при фиксированном N (количестве усредняемых отсчетов) при увеличении времени корреляции?
5. Чем определяется С.К.О., если количество усредняемых отсчетов = 1?
6. Как по имеющемуся графику спектральной плотности мощности определить среднее значение и дисперсию случайного процесса?
7. С чем связана и каким соотношением эффективная ширина непрерывной части спектра?
8. При какой вероятности появления события его можно считать практически достоверным? Как определить величину доверительной вероятности, если даны Ib -величина доверительного интервала и плотность вероятностного распределения оценки ?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Определение корреляционной функции стационарного случайного процесса.
2. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса.
3. Спектральная плотность мощности случайного процесса.
4. Свойства спектральной плотности мощности.
5. Как найти $\langle x \rangle$ - среднее значение и σ_x^2 - дисперсии через корреляционную функцию $K_X(\tau)$?
6. Какой смысл имеет R_{xy} на диаграмме рассеивания случайных величин X и Y и как по этой диаграмме измерить R_{xy} .
7. Определения квазигармонического сигнала и узкополосного шума. Объяснить, почему при схожих СПМ временные реализации процессов значительно отличаются друг от друга.
8. Физическая сущность метода измерения спектральной плотности мощности, основанного на узкополосной фильтрации.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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.
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо».
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тихонов Василий Иванович. Статистическая радиотехника. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. :

Радио и связь, 1982. - 624 с. : ил. - 2.90., 95 экз.

2. Ермолаев Виктор Тимофеевич. Методы обработки сигналов в адаптивных антенных решетках и компенсаторах помехи : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям 03.03.03 "Радиофизика", 02.03.02 "Фундам. информатика и информ. технологии" и специальности 10.05.02 "Информ. безопасность телекоммуникац. систем" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2015 (Тип. ННГУ). - 194 с. - 42.76., 20 экз.

3. Дженкинс Гвилем. Спектральный анализ и его приложения : в 2 вып. Вып. 2 / пер. с англ. В. Ф. Писаренко ; предисл. А. М. Яглома. - М. : Мир, 1972. - 287 с. : черт. - 1.72., 4 экз.

4. Варакин Леонид Егорович. Теория сложных сигналов. - М. : Советское радио, 1970. - 375 с. : черт. - 1.28., 16 экз.

Дополнительная литература:

1. Марпл Стэнли Лоренс (младший). Цифровой спектральный анализ и его приложения / пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой ; под ред. И. С. Рыжака. - М. : Мир, 1990. - 584 с. : ил. - ISBN 5-03-001191-9 : 40.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Давыдов А.В., Мальцев, А.А. Введение в теорию помехоустойчивого кодирования
<http://www.unn.ru/pages/ranking/method/vtpk.pdf>
2. Учебно-методические пособия размещены на сайте ННГУ:
<http://www.unn.ru/books/resources.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Елохин Антон Вадимович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Мальцев Александр Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023г., протокол № 09/23.