

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)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан _____ Матросов В.В.

« 29 » _____ июня 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.04.01 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)

Квалификация (степень)

специалист

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2018

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Свойства беспроводных каналов связи» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Б1.В основной образовательной программы 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», читается в 7 семестре (на 4 курсе).

Целями освоения дисциплины являются:

- ознакомление с основными принципами построения цифровых систем связи;
- знакомство с методами формирования, передачи и приема сигналов;
- изучение основных показателей качества системы связи;

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 способность применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач Этап освоения <u>завершающий</u>	31 (ОПК-2) знать соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач в области беспроводной связи
ПК-2 способность формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов. Этап освоения <u>начальный</u>	У1 (ПК-2) уметь формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи.

3. Структура и содержание дисциплины «Свойства беспроводных каналов связи»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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	
Раздел 1. Передача сигнала в свободном пространстве. Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов.	15	5			5	10
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.	19	5			5	14
Раздел 5. Вероятность битовой ошибки в релейском и райсовском некоррелированном и коррелированном каналах.	20	6			6	14
Раздел 6 Оценивание канала в системах связи, использующих OFDM сигналы.	19	6			6	13
В т.ч. текущий контроль	2	2			2	
Промежуточная аттестация – зачет						

4. Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих форм проведения занятий.

При чтении лекций используется активная форма, заключающаяся в разборе конкретных ситуаций, возникающих при анализе рассматриваемых физических явлений (анализ корректности постановки задачи, выявление физического смысла полученного результата).

Основными видами образовательных технологий курса «Свойства беспроводных каналов связи» являются лекции с применением технологий интерактивного обучения (презентаций) и самостоятельная работа студента.

В рамках данного учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний Intel, Nokia и др. с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, решения прикладных задач с помощью компьютерных симуляций, стимулирования внеаудиторной работы.

5. 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.

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

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

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования:

ОПК-2: способность применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач в области беспроводной	Отсутствие знания соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в области беспроводной	Наличие грубых ошибок в знании соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в области беспроводной	Знание основ соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в	Знание соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в области беспроводной	Знание соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в области беспроводной связи с незначитель-	Знание соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в области	Углубленное знание соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач в

связи	проводной связи. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	задач в области беспроводной связи	области беспроводной связи с рядом ошибок	связи с рядом ошибок	ными погрешностями	беспроводной связи	области беспроводной связи
Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

ПК-2 способность формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения <i>Уметь</i> формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи	Полное отсутствие умения формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи. Невозможность оценить умения вследствие	Наличие грубых ошибок в умении формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи	Умение формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи с	Умение формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи с незначительными ошибками	Умение формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи с незначительными погрешностями	Умение формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи в	Умение свободно формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов в области беспроводной связи

	отказа обучающегося от ответа.		рядом ошибок			беспроводной связи	
Шкала оценок по проценту правильных контрольных заданий	0-20%	20-50%	50-70%	70-80%	80-90%	90-99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Используется традиционная семибалльная шкала оценивания, утвержденная приказом ректора ННГУ от 10.10.2002 №229_ОД.

№ пп	Оценка, её обозначение и соответствующий ей числовой балл	Определение (уровень подготовки, характеризующийся оценкой)	Средний % студентов, получивших указанную оценку
1	Превосходно (прев; 5,5)	Превосходная подготовка с очень незначительными погрешностями	10%
2	Отлично (отл; 5)	Подготовка, уровень которой существенно выше среднего с некоторыми ошибками	25%
3	Очень хорошо (очхор; 4,5)	В целом хорошая подготовка с рядом заметных ошибок	30%
4	Хорошо (хор; 4)	Хорошая подготовка, но со значительными ошибками	25%
5	Удовлетворительно (уд; 3)	Подготовка, удовлетворяющая минимальным требованиям	10%
6	Не удовлетворительно (неуд; 2)	Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания	
7	Плохо (плох; 1)	Подготовка совершенно недостаточная	

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используется

- устное собеседование.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Примеры контрольных вопросов для аттестации по итогам освоения дисциплины (ОПК-2):

- Понятие отношения мощности сигнала к средней мощности шума.
- Связь мощностей принятого и передаваемого сигналов в свободном пространстве
- Квадратичная формула Введенского для множителя ослабления. Зависимость мощности принятого сигнала от расстояния.
- К каким радиофизическим эффектам приводит многолучевое распространение сигнала?

Примеры контрольных вопросов для аттестации по итогам освоения дисциплины (ПК-2):

- Замирания сигнала. Распределение Релея и Райса.
- Частотная дисперсия сигнала, обусловленная мобильностью абонента. Эффект Доплера.
- Импульсная характеристика и частотная передаточная функция канала.
- Угловая дисперсия сигнала и его пространственная корреляция.
- Пропускная способность каналов. Теорема Шеннона.
- Разнесенный прием. Различные виды разнесения.
- RAKE-приемник в CDMA-системе.
- Вероятность битовой ошибки в релеевском канале.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Ермолаев В.Т., Флакسمан А.Г. Теоретические основы обработки сигналов в беспроводных системах связи – Н.Новгород, ННГУ, 2011, 368с.
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., Харисов И.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
2. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов, М.: Радио и связь, 1989.
3. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. М.: Радио и связь, 1986.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- аудиторный фонд ННГУ,
- аудитория для работы с мультимедийным проектором.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор (ы) _____ В.Т.Ермолаев

Рецензент (ы) _____ И.Я. Орлов

Заведующий кафедрой _____ А.А. Мальцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» июня 2020 года, протокол № 03/20.