

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра №52

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 С.В. Бездатеев

(подпись)

«24» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Устройства и системы беспроводной связи»

(Название дисциплины)

Код направления	10.05.03
Наименование направления/ специальности	Информационная безопасность автоматизированных систем
Наименование направленности	Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Зав. каф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

24.06.2021

(подпись, дата)

А.М. Тюрликов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 52

«24» июня 2021 г, протокол № 11/2020-2021

Заведующий кафедрой № 52

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

24.06.2021

(подпись, дата)

А.М. Тюрликов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП 10.05.03(07)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

24.06.2021

(подпись, дата)

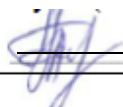
В.А. Мыльников

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.э.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

24.06.2021

(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Устройства и системы беспроводной связи» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» направленность «Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой №52.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»;

профессиональных компетенций:

ПК-2 «способность создавать и исследовать модели автоматизированных систем»,

ПК-19 «способность разрабатывать предложения по совершенствованию системы управления информационной безопасностью автоматизированной системы»,

ПК-24 «способность обеспечить эффективное применение информационно-технологических ресурсов автоматизированной системы с учетом требований информационной безопасности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением систем мобильной связи, методами повышения скорости передачи в сотовых сетях, организацией передачи с обратной связью в беспроводных сетях.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Устройства и системы беспроводной связи» является получение обучающимися необходимых и навыков в области сотовой связи. Рассматриваются пути повышения скорости передачи в сотовых сетях, организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»:

знать - пути повышения скорости передачи данных в сотовых сетях;

уметь – оценивать скорость передачи данных при различных значениях соотношения сигнал/шум (SNR), вероятность ошибки на бит и вероятность необнаруженных ошибок;

владеть навыками – по организации подключения абонентского устройства к базовой станции (БС);

иметь опыт деятельности – по устранению возможных конфликты при подключении к БС, использованию процедуры последовательного увеличения мощности;

ПК-2 «способность создавать и исследовать модели автоматизированных систем»:

знать - основные стандарты связи и структуры построения сетей и систем мобильной связи;

уметь – анализировать основные стандарты систем сотовой связи;

владеть навыками - моделирования средств и сетей мобильной связи и их элементов;

иметь опыт деятельности - использования сетевых информационных технологий.

ПК-19 «способность разрабатывать предложения по совершенствованию системы управления информационной безопасностью автоматизированной системы»:

знать - технические характеристики основных стандартов сотовой связи;

уметь - выбирать частотный план построения сетей связи;

владеть навыками – прогнозировать энергетическую эффективность работы беспроводных устройств;

иметь опыт деятельности – решения задач по выбору для конкретных условий оптимальной схемы организации мобильной связи.

ПК-24 «способность обеспечить эффективное применение информационно-технологических ресурсов автоматизированной системы с учетом требований информационной безопасности»:

знать - возможности беспроводных сетей; функции, принципы действия и алгоритмы работы сетевого оборудования;

уметь - применять знания в области технологий связи и передачи данных при разработке программно-аппаратных компонентов защищенных автоматизированных систем с учетом требований информационной безопасности;

владеть навыками – доведения инфокоммуникационных услуг до пользователей;

иметь опыт деятельности - работы с сетевым оборудованием и сетевым программным обеспечением.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Основы радиотехники
- Технологии и методы программирования

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Методы проектирования защищенных распределенных информационных систем.

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	12	12
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i>	34	34
<i>В том числе</i>		
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	74	74
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Зачет	Зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Построение системы мобильной связи	4		5		20
Раздел 2. Пути повышения скорости передачи в сотовых сетях	4		6		20
Текущий контроль	1				10
Раздел 3. Организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях	8		6		24
Итого в семестре:	17		17		74
Итого:	17	0	17	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p>Обобщенная модель системы сотовой связи.</p> <p>Организация работы с абонентскими устройствами в одном секторе.</p> <p>Особенность построения физического уровня в сетях 4 поколения.</p> <p>Организация подключения абонентского устройства к базовой станции. Применение специальных кодов при подключении к БС (преамбула).</p> <p>Возможные конфликты при подключении к БС. Необходимость использования процедуры последовательного увеличения мощности.</p> <p>Упрощенный анализ процесса подключения к БС.</p>
<b>2</b>	<p>Пути повышения скорости передачи данных в сотовых сетях.</p> <p>Оценка скорости передачи на основе формулы пропускной способности.</p> <p>Повышение скорости передачи за счет увеличения мощности передаваемого сигнала и ширины полосы частот.</p> <p>Повышение скорости передачи за счет использования малых БС.</p> <p>Повышение скорости передачи за счет использования</p>

	<p>направленных антенн и использования более высоких частот.          Потенциальные возможности увеличения скорости передачи для восходящего и нисходящего канала передачи данных.          Повышение скорости передачи за счет изменения взаимодействия устройств сотовых сетей.          Энергетическая эффективность работы беспроводных устройств.</p>
3	<p>Основная идея гибридных способов организации повторной передачи.          Анализ эффективности методов гибридной обратной связи.          Анализ влияния ограничения числа повторных передач на скорость передачи в случае, если не используется гибридная обратная связь.          Анализ эффективности помехоустойчивого кодирования в системах с обратной связью.          Построение кодов Хэмминга с заданным числом информационных символов (задано число информационных символов, построить код с минимальным расстоянием 3 и минимальным числом проверочных символов).          Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования.          Переборный алгоритм жесткого декодирования.          Переборный алгоритм мягкого декодирования.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего:					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Вводное занятие	1		1
2	Моделирование системы передачи данных с решающей обратной связью	4	3	1-3
3	Моделирование базовой системы передачи данных с гибридной	4	3	1-3

	решающей обратной связью			
4	Исследование влияния способов построения гибридной решающей обратной связи на скорость передачи данных	4	3	1-3
5	Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования.	4	3	3
Всего:		17	12	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	54	54
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.4 К 84	Многоантенная передача данных в беспроводных сетях [Текст] : учебное пособие / Е. А. Крук, А. А.	<b>68</b>



	Овчинников ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 84 с.	
519.6./8 Т 98	Методы случайного множественного доступа [Текст] : монография / А. М. Тюрликов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 300 с.	<b>30</b>
	<a href="http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=234272">http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=234272</a> Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 206 с.	
	<a href="http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=371411">http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=371411</a> Многоканальные телекоммуникационные системы. Ч.1. Принципы построения телеком. систем с времен. раздел. каналов: Уч. пос. / А.Б. Тищенко. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 104 с	

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5116">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5116</a> Бабков, В.Ю. Системы мобильной связи: термины и определения. [Электронный ресурс] : / В.Ю. Бабков, Г.З. Голант, А.В. Русаков. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 160 с.	

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронная библиотечная система
<a href="https://znaniium.com/">https://znaniium.com/</a>	Электронная библиотечная система

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Visual Studio Express

2	MathWorks MATLAB
---	------------------

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Вычислительная лаборатория	

### 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»	
1	Математическая логика и теория алгоритмов
1	Математический анализ
2	Математический анализ
2	Учебная ознакомительная практика
2	Физика
3	Инженерная графика
3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Физика
3	Электротехника

4	Вычислительная математика
4	Основы радиотехники
4	Технологии и методы программирования
4	Учебная практика учебно-лабораторный практикум
4	Электроника и схемотехника
5	Математические основы обработки информации
5	Метрология
5	Микропроцессорная техника
5	Мультимедиа технологии
5	Организация ЭВМ и вычислительных систем
5	Технологии обработки аудио- и видеоданных
5	Устройства и системы беспроводной связи
6	Моделирование систем
6	Операционные системы
6	Производственная эксплуатационная практика
6	Системное программное обеспечение
7	Безопасность операционных систем
7	Безопасность сетей ЭВМ
7	Постквантовая криптография
7	Распределенные информационные системы
7	Распределенные сети хранения данных
8	Исследование операций и теории игр
8	Производственная конструкторская практика
8	Теория графов и ее приложения
8	Языки программирования
9	Защита информации в сенсорных сетях
9	Производственная практика научно-исследовательская работа
10	Производственная практика научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика
ПК-2 «способность создавать и исследовать модели автоматизированных систем»	
5	Устройства и системы беспроводной связи
10	Методы проектирования защищенных распределенных информационных систем
ПК-19 «способность разрабатывать предложения по совершенствованию системы управления информационной безопасностью автоматизированной системы»	
2	Учебная ознакомительная практика
4	Учебная практика учебно-лабораторный практикум
5	Мультимедиа технологии
5	Технологии обработки аудио- и видеоданных
5	Устройства и системы беспроводной связи
6	Производственная эксплуатационная практика
8	Производственная конструкторская практика
9	Защита банковской информации

9	Производственная практика научно-исследовательская работа
9	Технологии защиты электронных платежей
10	Производственная практика научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика
ПК-24 «способность обеспечить эффективное применение информационно-технологических ресурсов автоматизированной системы с учетом требований информационной безопасности»	
5	Устройства и системы беспроводной связи
6	Производственная эксплуатационная практика
9	Защита информации в сенсорных сетях
9	Научно-технический семинар
9	Разработка мобильных приложений
10	Научно-технический семинар
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>
-------------	---------------------------------------	---

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

##### 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Обобщенная модель системы сотовой связи.
2.	Организация работы с абонентскими устройствами в одном секторе.
3.	Особенность построения физического уровня в сетях 4 поколения.
4.	Организация подключения абонентского устройства к базовой станции.
5.	Применение специальных кодов при подключении к БС (преамбула).
6.	Возможные конфликты при подключении к БС. Необходимость использования процедуры последовательного увеличения мощности.
7.	Упрощенный анализ процесса подключения к БС.
8.	Пути повышения скорости передачи данных в сотовых сетях. Оценка скорости передачи на основе формулы пропускной способности.
9.	Повышение скорости передачи за счет увеличения мощности передаваемого сигнала и ширины полосы частот.
10.	Повышение скорости передачи за счет использования малых БС.
11.	Повышение скорости передачи за счет использования направленных антенн и использования более высоких частот.
12.	Потенциальные возможности увеличения скорости передачи для восходящего и нисходящего канала передачи данных.
13.	Повышение скорости передачи за счет изменения взаимодействия устройств сотовых сетей.
14.	Энергетическая эффективность работы беспроводных устройств.
15.	Основная идея гибридных способов организации повторной передачи.
16.	Анализ эффективности методов гибридной обратной связи.
17.	Анализ влияния ограничения числа повторных передач на скорость передачи в случае, если не используется гибридная обратная связь.
18.	Анализ эффективности помехоустойчивого кодирования в системах с обратной связью.
19.	Построение кодов Хэмминга с заданным числом информационных символов (задано число информационных символов, построить код с минимальным расстоянием 3 и минимальным числом проверочных символов).
20.	Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования

	для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования.
21.	Переборный алгоритм жесткого декодирования
22.	Переборный алгоритм мягкого декодирования.

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Устройства и системы беспроводной связи» является получение обучающимися необходимых и навыков в области сотовой связи. Рассматриваются пути повышения скорости передачи в сотовых сетях, организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях.

### Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую,

организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Раздел 1. Построение системы мобильной связи

Раздел 2. Пути повышения скорости передачи в сотовых сетях

Раздел 3. Организация передачи с обратной связью в беспроводных сетях

### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером по журналу группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа 1. Моделирование системы передачи данных с решающей обратной связью.

Построение модели системы передачи данных с использованием решающей обратной связью. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код (CRC), в качестве модуляции применяется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом. В случае обнаруженных ошибок повторяется передача сообщения по каналу. В лабораторной работе оценивается скорость передачи данных такой системы при различных значениях соотношения сигнал/шум (SNR), оценивается вероятность ошибки на бит и вероятность необнаруженных ошибок.

#### Лабораторная работа 2. Моделирование базовой системы передачи данных с гибридной решающей обратной связью.

Построение модели базовой системы передачи данных с использованием гибридной решающей обратной связью. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код с 16 проверочными битами (CRC-16). Передаваемые по каналу данные кодируются помехоустойчивым кодом. В качестве помехоустойчивого кодирования используются коды Хэмминга. Для передачи используется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом. В случае обнаруженных ошибок повторяется передача сообщения по каналу. В лабораторной работе исследуется влияние соотношения сигнал/шум и скорости помехоустойчивого кода на скорость передачи.

#### Лабораторная работа 3. Исследование влияния способов построения гибридной решающей обратной связи на скорость передачи данных.

Построение модели системы передачи данных с использованием гибридной решающей обратной связью. Моделируется два типа таких систем: с использованием комбинирования по Чейзу и с использованием наращиваемой избыточности, за счет использования семейства кодов в режиме переменных скоростей. Для проверки целостности данных используется циклический избыточный код с 16 проверочными битами (CRC-16). Передаваемые по каналу данные кодируются помехоустойчивым кодом. В качестве помехоустойчивого кодирования используются сверточные коды в режиме постоянных и переменных скоростей. Для передачи используется двоичная фазовая модуляция (BPSK). Рассматривается модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом и медленными Релеевскими замираниями. В случае обнаруженных ошибок в первом типе системы повторяется передача сообщения по каналу, на приемной стороне проводится комбинирование всех полученных копий одного сообщения для повышения вероятности верного декодирования. В случае обнаруженных ошибок во втором типе системы по каналу передаются дополнительные биты избыточности, что уменьшает скорость кода и повышает исправляющую способность помехоустойчивого кода. В лабораторной работе исследуется влияние соотношения сигнал/шум, скорости помехоустойчивого кодирования и типа используемой системы на скорость передачи.

Лабораторная работа 4. Повышение эффективности использования помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей за счет мягкого декодирования.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, цель работы, формулировку задания, алгоритмы программ, тексты программ и выводы по лабораторной работе.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (<https://new.guap.ru/>) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и



требованиями, приведенными на сайте ГУАП (<https://new.guap.ru/>) в разделе «Сектор нормативной документации».

Методические указания по прохождению лабораторных работ:

Тюрликов А.М. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Устройства и системы беспроводной связи». Электронный ресурс кафедры №52.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

– учебно-методический материал по дисциплине

Примерные темы для самостоятельного изучения:

1. Применение секторных антенн в системах сотовой связи.
2. Ортогональный код Уолша.
3. Структурная схема аналогового радиотелефона.
4. Процедура проверки подлинности абонента.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой