

## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №24

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Ф. Крячко

(подпись)

«20» 05. 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сотовые системы связи»

(Название дисциплины)

Код направления	25.05.05
Наименование направления/ специальности	Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения
Наименование направленности	Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург - 2020

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.А. Якушенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«20» 05. 2020 г, протокол №08/20

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н.

(уч. степень, звание)

«20» 05. 2020 г.

(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП 25.05.05(04)

Доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

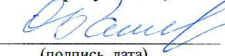
Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института (декана факультета) № 2 по-методической работе

Доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Сотовые системы связи» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» направленность «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов». Дисциплина реализуется кафедрой №24.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций:

ОК-48 «способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-21 «способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами понятия теории подвижной радиосвязи, принципами построения систем сотовой связи и современными технологиями передачи и обработки информации.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалиста в области систем подвижной радиосвязи для совершенствования эксплуатации воздушных судов, радиотехнического оборудования и систем воздушных судов. В результате изучения дисциплины студент должен получить знания характеристик стандартов и принципов построения устройств систем сотовой связи, навыки проектирования и оценки качества современных линий подвижной связи.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-48 «способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень»:

знать – принципы эксплуатации воздушных судов, радиотехнического оборудования и систем воздушных судов, включая радиооборудование, системы автоматики и управления и бортовое аварийно-спасательное оборудование;

уметь – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень в профессиональной сфере;

владеть навыками – работы с литературой и информационной компьютерной сетью с целью совершенствования и развития своего интеллектуального и общекультурного уровня;

иметь опыт деятельности – в области систем подвижной радиосвязи.

ОПК-21 «способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»:

знать – методику использования методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач связи с подвижными объектами при эксплуатации воздушных судов;

уметь – использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

владеть навыками – профессиональной деятельности в области эксплуатации систем связи;

иметь опыт деятельности – выбора необходимой системы передачи информации при решении задач связи с подвижными объектами при эксплуатации воздушных судов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика,
- Физика,
- Электротехника и электроника. Электроника,
- Теория радиотехнических цепей и сигналов,
- Устройства формирования и генерирования сигналов,
- Устройства приема и обработки сигналов.

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

- Средства авиационной электросвязи и передачи данных;
- Производственная преддипломная практика,

используются при написании выпускной квалификационной работы.

### 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
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	54	54
<i>Самостоятельная работа, всего (час)</i>	39	39
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

### 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 9					
<b>Раздел 1. Основы теории подвижной радиосвязи</b> Тема 1.1. Основы мобильной связи Тема 1.2. Основные понятия цифровых систем связи	4	1	2		6
<b>Раздел 2. Принципы построения систем и устройств сотовой связи</b> Тема 2.1 Сотовые системы связи Тема 2.2 Технологии в сотовых системах связи 5G	9	6	11		16
<b>Раздел 3. Прогнозирование качества радиолиний сотовой системы связи</b> Тема 3.1. Расчет и анализ зоны обслуживания базовой станции (БС) сети сотовой связи Тема 3.2. Расчет и анализ пригодности радиолинии связи	4	10	4		17
Итого в семестре:	17	17	17		39
Итого:	17	17	17	0	39

#### 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
1	<p><b>Основы теории подвижной радиосвязи.</b></p> <p>Тема 1.1. Основы мобильной связи. Классификация мобильных систем радиосвязи. Системы персонального радиовызова; профессиональные (частные) системы подвижной радиосвязи; системы сотовой подвижной радиосвязи; системы беспроводных телефонов; системы персональной связи с использованием ИСЗ. Стандарты мобильной связи.</p> <p>Тема 1.2. Основные понятия цифровых систем связи. Структурная схем типичной системы цифровой связи. Основные преобразования сигнала в цифровой связи. Цифровой канал связи.</p>
2	<p><b>Принципы построения систем и устройств сотовой связи.</b></p> <p>Тема 2.1. Сотовые системы связи. Структура сети, базовой и мобильной станции и центра коммутации. Принцип действия сотовой связи. Многостанционный доступ. Понятие о стандартах сети сотовой связи. Роуминг в сети. Протоколы (стандарты) связи в сотовой сети. Сравнительные характеристики цифровых стандартов.</p> <p>Тема 2.2. Технологии в сотовых системах связи 5G. Характеристики стандарта 5G. Структурная схема система передачи и состав оборудования стандарта 5G. Схема расположения ячеек при сотовой связи. Услуги сети 5G. Технологии 5G.</p>
3	<p><b>Прогнозирование качества радиолиний сотовой системы связи.</b></p> <p>Тема 3.1. Расчет и оценка зон обслуживания базовой станции. Типы задач прогнозирования качества услуг подвижной связи. Расчет затухания радиосигнала на препятствиях рельефа местности. Расчет медианного уровня мощности радиосигнала на входе приемника. Расчет зоны обслуживания базовой станцией сотовой системы связи (второй тип задачи)</p> <p>Тема 3.2. Оценка пригодности радиолиний мобильной связи. Расчет запаса уровня ВЧ-сигнала на входе приемника. Оценка пригодности радиолинии сотовой связи</p>

Лекционные занятия проводятся в интерактивной форме (управляемая дискуссия или беседа, демонстрация слайдов).

#### 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)	№ разд.
Семестр 9				
1	Расчет пропускной способности радиоканалов системы сотовой связи	занятия по моделированию	1	1
2	Расчёт и оценка погрешности преобразования аналоговых сигналов в цифровой в устройствах сотовой связи	решение типовых задач	2	2
3	Расчет и оценка частотных параметров системы синхронизации сотовой связи	решение типовых задач	2	2
4	Расчет помехоустойчивости широкополосных каналов радиолиний системы сотовой связи стандарта CDMA	решение типовых задач	2	2
5	Энергетический расчет радиолинии системы сотовой связи	решение ситуационных задач	4	3

6	Оценка пригодности интервала радиолинии подвижной связи	решение ситуационных задач	2	3
7	Расчет и оценка зоны обслуживания базовой станции		4	3
Всего:			17	

Примечание: практические занятия проводятся в виде самостоятельного решения обучаемыми ситуационных задач в интерактивной форме.

#### 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)	№ раз-дела
Семестр 9			
1	Исследование качества преобразования аналоговых и цифровых сигналов в устройствах сотовой системы связи	2	1
2	Исследование параметров модуляции в радиолиниях подвижной связи	3	2
3	Исследование помехоустойчивости приемника с оптимальной фильтрацией сигналов в сотовых системах связи	4	2
4	Исследование устойчивости системы синхронизации радиосигналов в линиях сотовой связи стандарта GSM	4	2
5	Исследование помехоустойчивости широкополосных сигналов системы подвижной связи стандарта CDMA	2	3
	Исследование зависимости дальности связи от параметров радиолинии	2	3
Всего:		17	

#### 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 9, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>39</b>	<b>39</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
подготовка к текущему контролю (ТК)		18
домашнее задание (ДЗ)		31
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка / URL адрес	Кол. Экз. в библиотеке (кроме эл. экз)
621.39-0-754	Крухмалев В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. Учебник/ В.В. Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д. Моченов, В.И.Иванов// М.: Горячая Горячая линияТелеком. 2004.510 с.	20
621.395-Н-62	Никитин Г.И.Наземные системы мобильной связи. / Г.И. Никитин//ГУАП СПб. 2007.82	130

### 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)

## 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="http://e.lanbook.com/books">http://e.lanbook.com/books</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 749-7 от 22.11.2016
<a href="http://znanium.com/bookread">http://znanium.com/bookread</a>	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 075-7 от 20.02.2016

## 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

### 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	№ аудитории
1	Специализированная лаборатория с программным обеспечением «MultiSim» и «MahtCad»	14-33
2	Мультимедийная лекционная аудитория	3202

## 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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

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
ОК-48 «способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень»	
1	Химия
1	Экология
1	Информатика
1	Физика
1	Математика. Математический анализ
1	Введение в специальность
1	Прикладная геометрия и инженерная графика
1	Математика (Аналитическая геометрия и линейная алгебра)
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Прикладная геометрия и инженерная графика



2	Математика. Математический анализ
2	Физика
2	Материаловедение и технология конструкционных материалов
3	Теория радиотехнических цепей и сигналов
3	Физика
3	Экономика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Механика
4	Электропреобразовательные устройства и системы
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Механика
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Теория радиотехнических цепей и сигналов
5	Метрология, стандартизация и сертификация
5	Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах
5	Аэродромы и аэропорты
5	Устройства формирования и генерирования сигналов
5	Основы телевидения
5	Электродинамика и распространение радиоволн
5	Основы радиолокации
6	Радиотехническое оборудование аэродромов
6	Антенны и устройства СВЧ
6	Бортовые радиоэлектронные системы
6	Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах
6	Организация воздушного движения
6	Устройства приема и обработки сигналов
6	Воздушные перевозки и авиационные работы
6	Устройства формирования и генерирования сигналов
6	Основы менеджмента
6	Электросветотехническое оборудование аэродромов
7	Авиационная электросвязь
7	Летно-технические характеристики воздушных судов
7	Радиотехническое оборудование аэродромов
7	Автоматизированные системы управления
7	Теория транспортных систем
7	Информационно-измерительные системы
7	Управление качеством
7	Антенны и устройства СВЧ
7	Управление персоналом
7	Авиационный английский язык
7	Цифровая обработка сигналов
8	Авиационная безопасность

8	Радиоэлектронные средства наблюдения
8	Авиационная метеорология
8	Средства авиационной электросвязи и передачи данных
8	Моделирование систем и процессов
8	Теория надежности
8	Воздушное право
8	Техническая диагностика
8	Радиотехнические средства навигации и посадки
9	Моделирование в РЛС
9	Системы сбора и обработки полетной информации
9	Безопасность полетов
9	Системы связи с подвижными объектами
9	Основы информационной безопасности
9	Сотовые системы связи
9	Системы отображения информации
9	Спутниковые системы радионавигации
9	Помехоустойчивость РТС
9	Техническое обслуживание радиоэлектронного оборудования
9	Основы измерительной техники
9	Экономика и организация производства
ОПК-21 «способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»	
1	Химия
1	Математика (Аналитическая геометрия и линейная алгебра)
1	Физика
1	Математика. Математический анализ
2	Математика. Математический анализ
2	Физика
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Физика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Теория радиотехнических цепей и сигналов
4	Электропреобразовательные устройства и системы
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Теория радиотехнических цепей и сигналов
4	Электротехника и электроника. Электроника
5	Основы радиолокации
5	Устройства формирования и генерирования сигналов
5	Электродинамика и распространение радиоволн
5	Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах
6	Схемотехника и микропроцессорные устройства в радиоэлектронных системах

6	Устройства приема и обработки сигналов
6	Бортовые радиоэлектронные системы
6	Устройства формирования и генерирования сигналов
6	Антенны и устройства СВЧ
6	Электросветотехническое оборудование аэродромов
6	Радиотехническое оборудование аэродромов
7	Радиотехническое оборудование аэродромов
7	Цифровая обработка сигналов
7	Информационно-измерительные системы
7	Авиационная электросвязь
7	Антенны и устройства СВЧ
8	Радиотехнические средства навигации и посадки
8	Авиационная метеорология
8	Моделирование систем и процессов
8	Радиоэлектронные средства наблюдения
8	Производственная практика научно-исследовательская работа
8	Средства авиационной электросвязи и передачи данных
9	Моделирование в РЛС
9	Системы связи с подвижными объектами
9	Системы отображения информации
9	Сотовые системы связи
9	Системы сбора и обработки полетной информации
9	Спутниковые системы радионавигации

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
1	Основы организации систем связи с подвижными объектами. Принципы организации радиосвязи. Классификация радиочастот.
2	Общие принципы построения сетей связи. Принципы построения систем сотовой связи.
3	Принципы установления связи в системах подвижной радиосвязи. Структура сигнала GSM.
4	Поколения мобильной телефонии Поколение 1G. Поколение 2G. Поколение 3G. Поколение 4G. Особенности 5G.
5	Трафик и емкость сотовых систем Способы повышения емкости сотовых систем.
6	Расчет количества каналов. Оценка числа пользователей на соту в системах CDMA.
7	Основы многоканальных систем передачи. Методы многостанционного доступа.
8	Сравнительный анализ множественного доступа. TDMA. FDMA. CDMA.
9	Аналого-цифровое преобразование. Нелинейное кодирование. ИКМ.
10	Скорость передачи цифрового потока. Достоинства цифрового сигнала.
11	Скремблирование цифрового сигнала.
12	Кодовое разделение каналов. Радиосвязь на основе технологии CDMA
13	Принцип работы CDMA. Rake-приемник.
14	Модели предсказания уровня сигналов.
15	Модель Окамуры. Модель ОкамурыХата.
16	Структура системы GSM (Global System for Mobile Communications)
17	Аутентификация SIM. Идентификация абонентского оборудования (Equipment Identity Register).
18	Устройство подвижной и базовой станции. Подвижная станция.
19	Устройство подвижной и базовой станции. Базовая станция
20	Принципы формирования сигналов стандарта GSM. Особенности устройства формирования сигналов стандарта сотовой связи.
21	Модуляция сигналов в цифровых системах радиосвязи. Бинарная фазовая модуляция (BPSK).
22	Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). Особенности квадратурной фазовой манипуляции со сдвигом (O-QPSK).
23	Относительная квадратурная фазовая манипуляция с фазовым сдвигом $\pi/4$ ( $\pi/4$ – DQPSK).
24	Манипуляция с минимальным частотным сдвигом (MSK). Гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK)
25	Помехоустойчивое кодирование. Основы обнаруживающих и корректирующих кодов.

26	Принципы кодирования. Основные характеристики корректирующих кодов. Корректирующие коды Хемминга. Перемежение символов.
27	Линейные искажения. Принципы построения эквалайзеров. Расчет эквалайзера.
28	Сети беспроводного доступа. Характеристика OFDM. Преобразование сигнала в OFDM.
29	Стандарт IEEE 802.11g. Топологии беспроводных сетей Wi-Fi. Зона покрытия Wi-Fi.
30	Стандарт IEEE 802.16. Топологии беспроводных сетей Wi-Max. Зона покрытия Wi-Max.
31	Принципы построения радиointерфейса по технологии LTE. Многоантенные системы. Сетевая архитектура SAE.
32	Персональная спутниковая связь. Особенности построения сетей персональной спутниковой связи.

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
1	Принципы построения систем сотовой связи.
2	Структура сигнала GSM.
3	Структура системы мобильной связи 2G (3G, 4G, 5G).
4	Трафик и емкость сотовых систем
5	Пропускная способность каналов связи.
6	Расчет количества каналов.
7	Оценка числа пользователей на соту в системах CDMA.
8	Методы многостанционного доступа.
9	Виды систем множественного доступа. TDMA. FDMA. CDMA.
10	Преимущества и недостатки TDMA. FDMA. CDMA
11	Скремблирование цифрового сигнала.
12	Кодовое разделение каналов. Радиосвязь на основе технологии CDMA Технология CDMA. Принцип работы CDMA. Rake-приемник.
13	Модель Окамуры. Модель ОкамурыХата.
14	Устройство подвижной и базовой станции.
15	Подвижная станция. Базовая станция.
16	Принципы формирования сигналов стандарта GSM.

17	Особенности устройства мобильной станции сотовой связи.
18	Бинарная фазовая модуляция (BPSK).
19	Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK).
20	Квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом (O-QPSK).
21	Относительная квадратурная ФМ с фазовым сдвигом $\pi/4$ ( $\pi/4$ – DQPSK).
22	Манипуляция с минимальным частотным сдвигом (MSK).
23	Гауссовская манипуляция с минимальным частотным сдвигом (GMSK)
24	Основы обнаруживающих и корректирующих кодов. Принципы кодирования.
25	Перемежение символов.
26	Эквалайзеры. Линейные искажения. Расчет эквалайзера.
27	Сети беспроводного доступа. Характеристика OFDM.
28	Стандарт IEEE 802.11g. Топологии беспроводных сетей Wi-Fi. Зона покрытия Wi-Fi.
29	Стандарт IEEE 802.16. Топологии беспроводных сетей Wi-Max. Зона покрытия Wi-Max.
30	Принципы построения радиointерфейса по технологии LTE.
31	Многоантенные системы. Сетевая архитектура SAЕ.
32	Принципы построения радиointерфейса персональной спутниковой связи.

## 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

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 дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области сотовых систем связи, создание поддерживающей образовательной среды преподавания, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области подвижной радиосвязи.

### 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, приходиться 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.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении задач;

- развитие познавательных способностей, мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний;

- обеспечение сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий: познавательная; развивающая; воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Практические занятия должны обеспечивать: освоение программного обеспечения инфокоммуникационных систем и их оборудования, овладение методами их применения, эксплуатации; выработку умений и навыков в решении задач, производстве расчетов, разработке документов.

Практические занятия являются основными для закрепления теоретических знаний. Это тот вид учебной деятельности студентов, который призван формировать культуру их умственного труда и самостоятельность в приобретении новых знаний, навыков и умений. Наибольший эффект эти занятия приносят тогда, когда проводятся с учетом дифференциро-

ванного подхода к обучающимся, с учетом их способностей, с умелым использованием учебных пособий, натуральных образцов, моделей и стендов, различных форм контроля достигнутых знаний, навыков и умений, что и осуществляется при проведении занятий в ГУАП.

Практические занятия проводятся методом тренировок, - главным их содержанием является практическая работа каждого студента. В целях качественного и полного выполнения каждым студентом установленного объема работ при проведении занятий с использованием ЭВМ и применением аппаратных средств учебная группа делится на подгруппы по 4-5 человек.

Комплекс решаемых на практических занятиях задач охватывает все пройденные разделы (темы), перечисленные в табл. 4, иллюстрировать основную идею теоретических положений и готовить студентов к самостоятельному решению задач. По каждому этапу решения задачи и в конце занятия должны быть сформулированы выводы, уточняющие или развивающие лекционный материал. Выводы должны быть четкими и краткими. При этом в выводе необходимо ссылаться на то, что было сформулировано в лекционном материале.

Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также анализ и оценка выполненных работ и степени овладения ими запланированными умениями.

Подготовка преподавателя к проведению практического занятия включает:

- подбор вопросов, контролирующих знания на понимание обучающимися теоретического материала, который был изложен на лекциях и изучен ими самостоятельно. Вопросы должны быть расположены в таком логическом порядке, чтобы в результате ответов на них у обучающихся создалась целостная теоретическая основа, – костяк предстоящего занятия;

- выбор материала для примеров и упражнений в ходе работы на терапевтическом оборудовании. Подбирая задачи, преподаватель должен знать, почему он предлагает данную задачу, а не другую (выбор задачи не должен быть случайным); что из решения задачи должен извлечь обучающийся (предвидеть практический результат решения выбранной задачи); что дает ее решение обучающемуся для овладения темой и дисциплиной в целом;

- решение подобранных задач самим преподавателем (каждая задача, предложенная обучающимся, должна быть предварительно решена); - подготовку выводов из решенной задачи, примеров из практики, где встречаются задачи подобного вида, разработку итогового выступления;

- распределение времени, отведенного на занятие, на решение каждой задачи;

- подбор иллюстративного материала для решения задач, продумывание расположения записей на доске, а также различного рода демонстраций.

#### **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

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после проверки преподавателем их подготовленности. При выполнении работ должны соблюдаться правила



техники безопасности при работе с лабораторной установкой или с персональным компьютером. Задание на проведение лабораторных работ включает в себя цель работы, основные теоретические положения, описание лабораторной установки, краткие рекомендации по работе в среде схемотехнического моделирования, порядок выполнения работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать наименование работы; цель работы; краткую запись основных теоретических положений; функциональные схемы исследуемых блоков; временные диаграммы и спектрограммы сигналов; выводы по результатам исследований.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Экспериментальные и расчетные данные следует оформлять в виде таблиц, графиков в соответствии с указаниями, приведенными в описаниях работ; графики должны быть аккуратно вычерчены или вклеены в соответствующие места отчета. Каждый пункт отчета, помимо таблиц и графиков, должен содержать краткое объяснение полученных результатов с выводом о проделанной работе.

#### 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 целеобразное 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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- 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».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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