

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 14.09.2023 10:47:23  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Беспроводные инфокоммуника-  
ционные сети»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ»**

для подготовки магистров

по направлению

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

по программе

**«Беспроводные инфокоммуникационные сети»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Малышев В.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС  
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	1
Семестр	2
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ»**

В курсе изучаются: Общие вопросы истории и перспектив развития систем мобильной связи, понятие спектральной эффективности, обеспечение мобильности, варианты радиointерфейсов, принципы использования радиочастот, санитарные нормы, сотовые сети как системы массового обслуживания, принципы организации радиоканалов в сотовых сетях, виды множественного доступа, общая структура линий связи, характеристики канала связи, понятие бюджета радиолинии, расчет затухания на простейших трассах, оценка возможной дальности связи, модели типовых трасс, телекоммуникационные антенны и их характеристики, система GSM, технологии пакетной передачи данных в сетях 2.5 G, технологии 4G (LTE), 5G, перспективы технологий 6G.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«WIRELESS NETWORKS»**

General issues of the history and development prospects of mobile communication systems, the concept of spectral efficiency, mobility, radio interface options, principles of using radio frequencies, sanitary standards, cellular networks as queuing systems, principles of organizing radio channels in cellular networks, types of multiple access, general structure of communication lines, characteristics of a communication channel, the concept of a radio link budget, calculation of attenuation on the simplest radio paths, estimation of the possible communication range, models of typical radio paths, telecommunication antennas and their characteristics, 2G system GSM, packet data transfer technologies in 2.5 G networks, 4G (LTE), 5G technologies, 6G technologies prospects.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является:

-приобретение теоретических знаний основных принципов организации беспроводных сетей и систем, особенностей построения и методов их анализа;

-формирование практических умений и навыков анализа характеристик беспроводных сетей и систем, анализа технической информации и исходных данных.

2. Задачи дисциплины:

-изучение принципов организации беспроводных сетей,

-изучение структуры и характеристик сетей 2G...5G, перспектив сетей 6G,

-формирование умений и навыков анализа характеристик беспроводных систем, анализа технической информации и исходных данных при построении беспроводных сетей.

3. Знания истории и перспектив развития систем мобильной связи, понятия спектральной эффективности, обеспечение мобильности, вариантов радиointерфейсов, принципов использования радиочастот, основных санитарных нормы, принципов организации радиоканалов в сотовых сетях, видов множественного доступа, структуры линий связи, основных характеристик канала связи, бюджета радиолинии, методов расчет затухания на простейших трассах, и оценки возможной дальности связи, моделей типовых радиотрасс, структуры и характеристик системы 2G (GSM), технологии пакетной передачи данных в сетях 2.5 G, технологий 3G, 4G (LTE), 5G, перспектив технологий 6G.

4. Умения анализировать характеристики канала связи, бюджет радиолинии, выполнять расчет затухания на простейших трассах, производить оценку возможной дальности связи.

5. Формирование навыков анализа технической информации и исходных дан-

ных с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сетей связи, расчета, проектирования систем беспроводной связи с подвижными объектами.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Имитационное моделирование телекоммуникационных систем»
2. «Основы построения широкополосных систем информационного обмена»
3. «Телекоммуникационные сети и системы»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»
2. «Системы связи с подвижными объектами»
3. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-1	Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты</i>
ПК-3	Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи
<i>ПК-3.2</i>	<i>Умеет составлять технико-экономические обоснования планов развития сети, применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи</i>
СПК-4	Способен разрабатывать системы связи с подвижными объектами в соответствии с техническим заданием
<i>СПК-4.2</i>	<i>Умеет выполнять оценку бюджета радиолинии, учитывать особенности распространения радиоволн на типовых трассах, структуру и основные характеристики систем мобильной связи</i>
<i>СПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками проектирования систем связи с подвижными объектами и расчета энергетических характеристик системы, проектирования зоны обслуживания системы связи</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			
2	Обзор истории и перспектив развития систем мобильной связи	2			4
3	Организация радиоканалов в сотовых сетях	4	6		10
4	Модели типовых трасс	2	6		8
5	Антенны и их характеристики	2			4
6	Система GSM	4	6		10
7	Технологии пакетной передачи данных в сетях 2.5 G	2			4
8	Сотовая сеть как система массового обслуживания	2	4		6
9	Технологии сетей 3-3.5 G	4	4		8
10	Технология LTE	4	4		8
11	Технологии 5G	2	4		8
12	От 5G к сетям 6G	2			5
13	Заключение	2		1	
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Роль и место беспроводных сетей в развитии инфокоммуникационных сервисов
2	Обзор истории и перспектив развития систем мобильной связи	Общие вопросы истории и перспектив развития систем мобильной связи (от аналоговых до 5G), понятие спектральной эффективности, обеспечение мобильности, варианты радиоинтерфейсов, принципы использования радиочастот, санитарные нормы
3	Организация радиоканалов в сотовых сетях	Сотовые сети – концепция, виды. Множественный доступ. Структура линии связи. Характеристики канала связи. Затухание на простейших трассах. Бюджет радиолинии. Оценка возможной дальности связи



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Модели типовых трасс	Замирания и затухание на радиотрассах. Модели потерь на типовых трассах (Окамура, Хата, COST 231, Ли, Walfish-Ikegami), упрощенные модели. Сопоставление моделей
5	Антенны и их характеристики	Основные характеристики антенн, виды телекоммуникационных антенн, типовые диаграммы направленности, особенности телекоммуникационных реализации антенн
6	Система GSM	История, этапы развития сетей 2G на примере GSM. Архитектура, интерфейсы системы GSM. Организация радиointерфейса. Обработка речи. Каналы физические и логические, иерархия каналов. Организация соединений.
7	Технологии пакетной передачи данных в сетях 2.5 G	Борьба за рост скорости передачи данных, сдвиг к пакетной коммутации. Технологии пакетной передачи данных General Packet Radio Service (GPRS) и EDGE. Варианты организации физических каналов. Архитектура, стеки протоколов. Технические характеристики GPRS и EDGE.
8	Сотовая сеть как система массового обслуживания	Сотовая структура сети, принцип повторного использования частот. Модели нагрузки, трафик. Оценка емкости сети. Оценка качества обслуживания
9	Технологии сетей 3-3.5 G	Варианты технологий 3G (IMT-2000). Рост скорости передачи данных, пакетная коммутация. Технологии UTRAN / UMTS. Организация радиointерфейса, архитектура, структура физических и логических каналов. Технологии HSDPA/HSUPA/HSPA/HSPA+. Технологии CDMA 2000/CDMA 450/CDMA-EV-DO.
10	Технология LTE	Развитие технологий 4G, основные показатели, стандартизирующие организации, структура спецификаций. Технические новшества технологии LTE. Частотные диапазоны. Организация радиointерфейса. Частотно-временная структура сигналов, нумерология LTE. Дуплекс частотный и временной. MIMO. Эволюция технологий LTE (Rel8...Rel14). Технология NB-IoT.
11	Технологии 5G	Движущие факторы развития современных беспроводных технологий. Стандартизация технологий и решений IMT2020 (5G). Основные стандартизирующие организации 5G. Структура спецификаций 5G. Ключевые показатели и технические характеристики. Использование частотного ресурса, диапазоны частот FR1 и FR2. Организация физических каналов, нумерология 5G. Практические преимущества сетей 5G.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
12	От 5G к сетям 6G	Перспективы сетей IMT-2030 (6G). Планируемые ключевые показатели и технические характеристики. Использование частотного ресурса, перспективы использования sub-THz диапазона. Проблемы организации радиоканала 6G. Новые возможности и новые информационные сервисы.
13	Заключение	Тенденции развития беспроводных информационных систем новых поколений. Интеграция беспроводных средств связи, зондирования, локализации, визуализации обстановки.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Расчет основных характеристик систем беспроводной связи на простейших трассах	4
2. Расчет затухания на типовых трассах -модель свободного пространства, двухлучевая модель, модели Neta и COST-231	4
3. Простейшие модели сотовой сети -бюджет линии ”вверх” GSM	4
4. Бюджет радиолинии – анализ расчетных соотношений и ключевых проблем	4
5. Организация исходящего и входящего вызовов в GSM	4
6. Измеряем мощность сотового телефона – анализ публикации	4
7. Имитационное моделирование системы массового обслуживания	4
8. Сравнительный анализ технологий сетей 3-3.5-4 G	6
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### 4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

#### 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

#### 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с лекционным материалом, рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	16
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	8
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	8
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	75

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Голдсмит, Андреа. Беспроводные коммуникации [Текст] / А. Голдсмит ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова, Н. Р. Триски ; под ред В. А. Березовского, 2011. -903 с.	22
2	Широкополосные беспроводные сети передачи информации [Текст] / В.М. Вишневецкий [и др.], 2005. -591 с.	5
3	Бабков, Валерий Юрьевич. Сотовые системы мобильной радиосвязи [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 210700-Инфо-коммуникац. технологии и системы связи квалификации (степени) ”бакалавр” и ”магистр” / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин, 2013. -432 с.	15
4	Шевченко, Майя Евгеньевна. Основы систем сотовой связи [Текст] : учеб. пособие : лабораторный практикум / М.Е. Шевченко, А.В. Пристинский, 2004. -42 с.	107
Дополнительная литература		
1	Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учебное пособие — 2-е изд., перераб. и доп. [Электронный ресурс] / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин, 2013. -432 с.	неогр.
2	Малышев, Виктор Николаевич. Техника сотовой связи [Текст] : Учеб. пособие / В.Н.Малышев, 1999. -91 с.	неогр.
3	Пристинский, Андрей Валентинович. Основы систем сотовой связи [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. В. Пристинский, М. Е. Шевченко, 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
4	Планирование систем мобильной связи [Электронный ресурс]. Ч. 1 : Сети GSM : учебное пособие, 2017. -100 с.	неогр.
5	Ипатов, Валерий Павлович. Основы теории кодирования и шифрования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Ипатов, И. М. Самойлов, Д. В. Гайворонский, 2015. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
6	Системы мобильной связи [Текст] : Учеб. пособие для радиотехн. направлений и специальностей / В. П. Ипатов [и др.], 2001. -80 с.	неогр.

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Specifications & Technologies (Спецификации и технологии) <a href="https://www.3gpp.org/specifications">https://www.3gpp.org/specifications</a>
2	Wireless Systems -Standarts (Беспроводные системы -стандарты) <a href="https://www.etsi.org/standards#Wireless%20Systems">https://www.etsi.org/standards#Wireless%20Systems</a>
3	ITU Publications (Публикации международного союза электросвязи) <a href="https://www.itu.int/hub/pubs/">https://www.itu.int/hub/pubs/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12926>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Беспроводные сети» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

## Особенности допуска

Теоретический экзамен проводится по билетам с вопросами. Допуск к экзамену требует выполнения заданий по практическим занятиям.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Приведите и охарактеризуйте факторы, ограничивающие скорость передачи данных в радиоканале.
2	Приведите возможные определения понятия «Отношение сигнал/шум», поясните входящие в них величины
3	Приведите возможные определения понятия «Спектральная эффективность системы передачи данных», приведите примеры.
4	Перечислите и поясните основные характеристики антенн, принимаемые при оценке бюджета радиолинии. Приведите 2-3 характерных примера антенн с различными значениями КУ и формой ДН.
5	Приведите и прокомментируйте уравнение дальности связи в свободном пространстве.
6	Поясните термин «Область, существенная для распространения радиоволн» и понятие зон Френеля.
7	Приведите и прокомментируйте формулу Введенского для условий распространения радиоволн вблизи поверхности Земли.
8	Поясните и графически проиллюстрируйте основные эффекты затухания и замираний на трассе распространения радиоволны.
9	Поясните термин «Бюджет радиолинии», приведите варианты расчетных соотношений и поясните входящие в них величины.
10	Поясните основные модели затухания на радиотрассах, применяемые для расчетов бюджета линии наземной мобильной связи.
11	Поясните основные методы множественного доступа, используемые в системах мобильной связи.
12	Приведите и поясните типовой расчет бюджета канала «вверх» в системе GSM-900.
13	Приведите и поясните типовой расчет бюджета канала «вниз» в системе GSM-900.
14	Пуассоновский поток – основные свойства и применение для моделирования систем массового обслуживания.
15	Поясните модель Эрланга В для системы массового обслуживания с отказами. От чего и как зависит вероятность блокировки вызова в таких системах?
16	Приведите и поясните архитектуру сети GSM.
17	Какой метод множественного доступа используется в сетях GSM ? Поясните, как формируется физический канал GSM.
18	Поясните временную структуру гиперкадра GSM.

19	Поясните структуру логических каналов GSM.
20	Поясните этапы преобразования сигнала в терминале сети GSM.
21	Какой вид модуляции используется в сетях GSM ? Поясните особенности формата модуляции, применяемого в GSM.
22	Какие подходы к кодированию речи применяются в цифровых системах связи? Как реализовано кодирование речи в сетях GSM? Каковы основные характеристики вокодера GSM 06.10 ?
23	Приведите и поясните структуру системы коммутации сети GSM.
24	Поясните структуру логических каналов GSM. Виды широковещательных каналов (VCH) управления GSM. Их использование.
25	Поясните структуру логических каналов GSM. Виды каналов управления общего назначения GSM. Виды выделенных каналов управления GSM. Их использование.
26	Особенности использования логических каналов RACH и AGCH.
27	Опишите и поясните этапы осуществления вызова в сети GSM.
28	Охарактеризуйте развитие средств мобильного беспроводного доступа от сетей 1го поколения до сегодняшнего дня.
29	Охарактеризуйте технологии GPRS и EDGE.
30	Что понимается под IMT-2000 / UMTS / UTRAN ? Приведите и поясните архитектуру сети UMTS.
31	Охарактеризуйте особенности и варианты реализации технологии HSPA.
32	Охарактеризуйте особенности радиоинтерфейса технологии LTE.
33	Как строится частотно-временная структура сигналов LTE.
34	Охарактеризуйте особенности сетевой архитектуры технологии LTE.
35	Опишите ключевые технические особенности и преимущества технологии LTE.
36	Сети 5G – ключевые характеристики, этапы развития и тенденции.
37	Сети 5G – особенности использования диапазонов частот FR1 и FR2.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Беспроводные сети ФРТ**

1. Приведите возможные определения понятия «Спектральная эффективность системы передачи данных», приведите примеры.



2. Опишите и поясните этапы осуществления вызова в сети GSM.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Н.Малышев

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

Примеры вопросов к коллоквиуму 1. Студент поучает 2 вопроса из списка и дополнительные вопросы по содержанию отчетов.

1. Приведите и охарактеризуйте факторы, ограничивающие скорость передачи данных в радиоканале. Как оценить достижимую скорость передачи данных в радиоканале?

2. Приведите возможные определения понятия «*Отношение сигнал/шум*», поясните входящие в них величины.

3. Приведите возможные определения понятия «*Спектральная эффективность системы передачи данных*», приведите примеры.

4. Перечислите и поясните основные характеристики антенн, принимаемые при оценке бюджета радиолинии. Приведите 2-3 характерных примера антенн с различными КУ и формой ДН.

5. Приведите и прокомментируйте уравнение дальности связи в свободном пространстве.

6. Поясните термин «*Область, существенная для распространения радиоволн*» и понятие зон Френеля.

7. Приведите и прокомментируйте формулу Введенского для условий распространения радиоволн вблизи поверхности Земли.

8. Прокомментируйте типовой расчет бюджета радиолинии Bluetooth в свободном пространстве и с учетом влияния поверхности земли на трассе «пешеход-пешеход».

9. Прокомментируйте типовой расчет бюджета радиолинии WiFi в свободном пространстве и с учетом влияния поверхности земли на трассе «пешеход-пешеход».
10. Как оценить дальность связи на наземной радиотрассе? Что нужно принять во внимание?
11. Поясните и графически проиллюстрируйте основные эффекты затухания и замираний на трассе распространения радиоволны.
12. Поясните термин «Бюджет радиолинии», приведите варианты расчетных соотношений и поясните входящие в них величины.
13. Поясните основные модели затухания на радиотрассах, применяемые для расчетов бюджета линии наземной мобильной связи.
14. Чем отличаются модели Окамура, Хата, COST-231 с точки зрения условий применения?
15. На примере линии GSM поясните применение моделей Хата и COST-231 для оценки зоны покрытия.
16. Приведите и поясните типовой расчет бюджета канала «вверх» в системе GSM-900.
17. Приведите и поясните типовой расчет бюджета канала «вниз» в системе GSM-900.

Примеры вопросов к коллоквиуму 2. Студент поучает 2 вопроса из списка и дополнительные вопросы по содержанию отчетов.

1. Поясните термин «Бюджет радиолинии», приведите варианты расчетных соотношений и поясните входящие в них величины.
2. Как оценить дальность связи на наземной радиотрассе? Что нужно принять во внимание, каковы варианты постановки задачи и подходов к решению?

3. Поясните типовой расчет бюджета радиолинии Bluetooth в свободном пространстве и с учетом влияния поверхности земли на трассе «пешеход-пешеход».
4. Поясните типовой расчет бюджета радиолинии Wi-Fi в свободном пространстве и с учетом влияния поверхности земли на трассе «пешеход-пешеход».
5. Как выполняется расчет бюджета линии «вниз» в сетях GSM? Какие факторы нужно принять во внимание?
6. Как выполняется расчет бюджета линии «вверх» в сетях GSM? Какие факторы нужно принять во внимание?
7. Поясните структуру гиперкадра GSM, объединение каналов трафика и управления в гиперкадре GSM.
8. Поясните понятия физических и логических каналов на примере архитектуры системы GSM.
9. Структура кадров системы GSM. Типы временных слотов GSM.
10. Поясните структуру логических каналов GSM.
11. Виды ширококвещательных каналов (BCH) управления GSM. Их использование.
12. Виды каналов управления общего назначения (CCCH) GSM. Их использование.
13. Виды выделенных каналов (DCCH) управления GSM. Их использование.
14. Особенности использования каналов RACH и AGCH.
15. Опишите и поясните этапы осуществления исходящего вызова в сети GSM.
16. Опишите и поясните этапы осуществления входящего вызова в сети GSM.

17. Дать уточняющую информацию по логическим каналам (роль, место, направление, тип временного слота, что передается, особенности): BCCH, PCCH, RACH, AGCH, SCH, FCCH, SDCCH.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Организация радиоканалов в сотовых сетях Модели типовых трасс	
2		
3		
4		
5		
6		Коллоквиум
7	Система GSM Сотовая сеть как система массового обслуживания	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль проводится на на практических занятиях в форме коллоквиумов. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем практическим работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

#### самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2019 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>