

**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Факультет математики, информационных и авиационных технологий**

Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей

Козловский Вячеслав Геннадьевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума
и самостоятельной работы
по дисциплине

«Профессиональный электив.

Системы мобильной связи»

для студентов направлений

09.03.02 «Информационные системы и технологии»,

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы»

Ульяновск

2022

Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Профессиональный электив. Системы мобильной связи» / составитель: В.Г. Козловский - Ульяновск: УлГУ, 2022 – 16 с.

Настоящие методические рекомендации предназначены для студентов направлений обучения 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы». В работе приведены литература по дисциплине, темы дисциплины и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задания для самостоятельной работы, задачи и упражнения для самостоятельной подготовки к семинарам или полностью самостоятельного освоения практических навыков, задания для лабораторного практикума и рекомендации по их выполнению.

Студентам всех форм обучения следует использовать данные методические рекомендации при подготовке к семинарам, самостоятельной подготовке, а также промежуточной аттестации по дисциплине «Профессиональный электив. Системы мобильной связи».

Рекомендованы к введению в образовательный процесс

Учёным советом факультета математики, информационных и авиационных технологий
УлГУ

протокол № 3 /22 от «19» апреля 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ОБЩИЕ ВОПРОСЫ..... | 4 |
| РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 5 |
| <i>Тема 1. Этапы развития сетей мобильной связи</i> | 5 |
| Основные вопросы темы..... | 5 |
| Рекомендации по изучению темы | 5 |
| Вопросы для самоподготовки | 5 |
| Контрольные тесты | 5 |
| <i>Тема 2. Особенности использования радиоканалов в сетях мобильной связи.</i> | 6 |
| Основные вопросы темы..... | 6 |
| Рекомендации по изучению темы | 7 |
| Вопросы для самоподготовки | 7 |
| Контрольные тесты | 7 |
| <i>Тема 3. Проблемы, возникающие при внедрении услуги мобильности в сети электросвязи.</i> | 9 |
| Основные вопросы темы..... | 9 |
| Рекомендации по изучению темы | 9 |
| Вопросы для самоподготовки | 9 |
| Контрольные тесты | 10 |
| <i>Тема 4. Стандарты систем мобильной связи</i> | 11 |
| Основные вопросы темы..... | 11 |
| Рекомендации по изучению темы | 11 |
| Вопросы для самоподготовки | 11 |
| Контрольные тесты | 12 |
| РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ..... | 13 |
| Список рекомендуемой литературы | 13 |
| Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы: | 14 |

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Цели освоения дисциплины: Изучение теоретических и практических основ новейших технологий в области телекоммуникаций. Дисциплина «Системы мобильной связи» должна обеспечивать формирование фундамента подготовки магистров в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также, создавать необходимую базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами учебного плана. Она должна способствовать развитию системного мышления студентов, умению формулировать и решать задачи по работе с новым и новейшим оборудованием, технологиями и протоколами, особенно в области мобильных сетей, в том числе и сетей нового поколения.

Задачи освоения дисциплины: В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, позволяющие в кратчайшие сроки освоиться с традиционными протоколами, технологиями и услугами в мобильных сетях, а также легко ориентироваться в сетях нового поколения 3G и 4G.

Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Системы мобильной связи» направлены на повышение эффективности освоения знаний, умений, навыков и компетенций.

Методические рекомендации предлагают указания по всем темам дисциплины «Профессиональный электив. Системы мобильной связи». Методические рекомендации разбиты по темам и содержат набор вопросов для систематизации теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, и самостоятельного изучения теории, вопросы (тесты) для текущего контроля на практических занятиях (семинарах), задачи для усвоения практических навыков. Для лабораторного практикума приведены задания, варианты и рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Список литературы и информационного обеспечения, приведённый в конце методических указаний, может служить основой для изучения всех рассматриваемых тем. Дополнительная и учебно-методическая литература могут быть использованы обучающимися для закрепления изучаемого материала.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Этапы развития сетей мобильной связи

Основные вопросы темы

1. Архитектура 2G, 3G, пути развития.
2. Спецификации 3GPP от Release 99 до Release 8.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1, 2 изложен в учебнике [1] на с. 9-25.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций и специальной литературы подготовить ответы на вопросы:

1. «Эстафетная передача» для каких целей она необходима
2. Каким образом стандарт GSM комбинирует частотное и временное разделение каналов.
3. Использование зашифрованных информационных битов
4. Для чего используются настроечная последовательность
5. Для чего используются служебные биты.
6. Как происходит регулирование времени задержки сигнала от мобильной до базовой станции?
7. К чему приводит отсутствие регулирования времени задержки?
8. Как влияет на распространение сигнала плотная городская застройка?
9. Стандарты телефонии
10. Архитектура 2G
11. Архитектура 3G
12. Архитектура 4G

Контрольные тесты

1. Совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сообщения от одного источника информации к получателю, называется каналом _____.
А) радиосвязи+
Б) телесвязь
В) спецсвязь
2. Система радиосвязи с уплотнением радиолинии называется _____ радиосвязью.
А) многоканальной+
Б) одноканальной
В) двухканальной

3. Оба передатчика работают на одной и той же частоте, т.е. и приемники настроены на одну и ту же частоту. В этом случае радиопередача в оба направления одновременно работать не может. Работа производится поочередно в одном из направлений. Такая связь называется?
А) симплексной+
Б) дуплексной
В) полудуплексной
4. Передатчики работают на разных частотах, соответственно и приемники настроены на разные частоты. В этом случае радиопередача в оба направления может работать одновременно. Такая связь называется?
А) симплексной
Б) дуплексной+
В) полудуплексной
5. Радиосвязь осуществляется с использованием двух частот: приемной и передающей, но, по сравнению с дуплексом, не одновременно, а поочередно. Сигнал принимается на одной частоте, а передается на другой. В один момент времени абонент может находиться либо в режиме «прием» либо «передача». Такая связь называется?
А) симплексной
Б) дуплексной
В) полудуплексной+
6. Устройство, принимающее радиосигнал и передающее его в эфир называется?
А) ретранслятор+
Б) радиопередатчик
В) маршрутизатор
7. Какие минусы мобильной связи?
а) Дороговизна и низкая дальность
б) Плохое качество связи и поддержки пользователей
в) Помехи и перегрузка сети +
8. Выберите то, для чего предназначены каналы управления?
а) Для передачи речи или данных между пользователями.
б) Вызов и установление соединения между абонентами. +
в) Для обмена информацией об обслуживании абонента. +

Тема 2. Особенности использования радиоканалов в сетях мобильной связи.

Основные вопросы темы

1. Закрепление канала за вызовом.
2. Повторное использование радиоканалов.

3. Интерференция. Замирания. Затухание.
4. Эволюция технологий радиодоступа сетей мобильной связи: FDMA, TDMA, CDMA, LTE.

Рекомендации по изучению темы

Вопросы 1-4 изложен в учебнике [1] на с. 31-116.

Дополнительные материалы по теме изложены в [4] в главе 2 и 6.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций и специальной литературы подготавливать ответы на вопросы:

1. Закрепление канала за вызовом.
2. Повторное использование радиоканалов.
3. Интерференция. Замирания. Затухание.
4. Эволюция технологий радиодоступа сетей мобильной связи: FDMA, TDMA, CDMA, LTE.
5. Трафик в сотовых сетях связи
6. Чем определяется емкость сотовой системы связи?
7. Какие существуют способы повышения емкости сотовой системы связи?
8. Что такое макросоты?
9. Что такое микросоты
10. Что такое пикосоты?
11. В чем принцип метода адаптивного назначения каналов?
12. Почему максимальное количество абонентов, которое может обслужить система связи, одинаково для различных методов передачи (при временном, частотном и кодовом разделении)?

Контрольные тесты

1. В соответствии с международным регламентом радиосвязи радиочастоты делятся на ...:
 - а) 7 диапазонов
 - б) 8 диапазонов
 - в) 9 диапазонов +
 - г) 10 диапазонов
2. Какая длина волны у низкого диапазона частот:
 - а) от 100 до 10 км

- б) от 10 до 1 км +
 - в) от 1 км до 100 м
 - г) от 1 см до 1 мм
3. С увеличением номера диапазона, ширина диапазона частот:
- а) Уменьшается
 - б) Увеличивается +
 - в) Не изменяется
4. Аббревиатура множественного доступа с временным разделением:
- 1) FDMA
 - 2) CDMA
 - 3) TDMA+
5. CDMA - это множественный доступ с...
- 1) кодовым разделением +
 - 2) частотным разделением
 - 3) временным разделением
6. Что не является способом множественного доступа:
- 1) TDMA
 - 2) FDMA
 - 3) CDMA
 - 4) KDMA +
7. TDMA – это ...
- 1) Множественный доступ с временным разделением +
 - 2) Множественный доступ с частотным разделением
 - 3) Множественный доступ с кодовым разделением
8. FDMA – это ...
- 1) Множественный доступ с временным разделением
 - 2) Множественный доступ с частотным разделением +
 - 3) Множественный доступ с кодовым разделением
9. CDMA – это ...
- 1) Множественный доступ с временным разделением
 - 2) Множественный доступ с частотным разделением
 - 3) Множественный доступ с кодовым разделением +

Тема 3. Проблемы, возникающие при внедрении услуги мобильности в сети электросвязи..

Основные вопросы темы

1. Проблемы, возникающие при внедрении услуги мобильности в сети электросвязи.
2. Организация абонентской базы данных.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 120-134, [4] в главе 2.

Вопрос 2 изложен в учебнике [6] на с. 74-79, [4] в параграфах 2.9-2.11.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций и специальной литературы подготовить ответы на вопросы:

1. Как происходит формирование широкополосных сигналов?
2. В чем преимущество широкополосных сигналов перед узкополосными?
3. Чем, с военной точки зрения, привлекательна передача сигналов по технологии
4. Как рассчитывается приблизительное число абонентов в соте в CDMA системах?
5. Что такое фактор речевой активности.
6. Каково его среднее значение речевой активности при переговорах.
7. Перечислите основные методы многостанционного доступа.
8. Опишите основные принципы работы множественного доступа с временным разделением каналов (TDMA).
9. Опишите основные принципы работы множественного доступа с частотным разделением каналов (FDMA).
10. Опишите основные принципы работы множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA).
11. С какой целью делаются защитные интервалы в цикле систем передач TDMA и защитный диапазон в FDMA?
12. Почему систему CDMA называют системой с шумоподобными сигналами?
13. Опишите технику расширения спектра.
14. В чем преимущество систем передачи CDMA перед TDMA и FDMA.
15. Что такое многолучевость?

16. Как многолучевость влияет на качество принимаемого сигнала?
17. Что такое Rake-приемник?
18. Кем и когда он был разработан Rake-приемник
19. Для каких целей используется Rake-приемник?
20. Каким образом происходит разделение сигналов о коду.
21. Что такое выигрыш в отношении сигнал/шум?
22. Для чего прогнозируют уровни радиосигнала в системах подвижной радиосвязи?
23. В чем различие между детерминированного и статистического подхода к расчету энергетических параметров?
24. Дайте определение усредненной медианной мощности (УММС)

Контрольные тесты

1. Аббревиатура множественного доступа с временным разделением:
 - 1) FDMA
 - 2) CDMA
 - 3) TDMA+
2. CDMA - это множественный доступ с...
 - 1) кодовым разделением +
 - 2) частотным разделением
 - 3) временным разделением
3. Что не является способом множественного доступа:
 - 1) TDMA
 - 2) FDMA
 - 3) CDMA
 - 4) KDMA +
4. TDMA – это ...
 - 1) Множественный доступ с временным разделением +
 - 2) Множественный доступ с частотным разделением
 - 3) Множественный доступ с кодовым разделением
5. FDMA – это ...
 - 1) Множественный доступ с временным разделением

2) Множественный доступ с частотным разделением +

3) Множественный доступ с кодовым разделением

6. CDMA – это ...

1) Множественный доступ с временным разделением

2) Множественный доступ с частотным разделением

3) Множественный доступ с кодовым разделением +

Тема 4. Стандарты систем мобильной связи

Основные вопросы темы

1. Стандарты GSM, UMTS, LTE, GPRS.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос изложен в учебнике [1] на с. 146-174, [4] в главе 2.

Вопросы для самоподготовки

Рекомендуется после изучения материалов лекций и специальной литературы подготавливать ответы на вопросы:

2. Как переводится аббревиатура OFDM?
3. Опишите принцип формирования канального сигнала в OFDM.
4. Для чего необходим охранный интервал?
5. В каких технологиях передачи используется OFDM?
6. За счет чего передача с использованием OFDM более устойчива к межсимвольной интерференции?
7. Благодаря чему удается сформировать сигнал с ортогональными поднесущими?
8. Опишите беспроводную сеть, работающую в режиме Ad-Hoc.
9. В чем основное отличие беспроводных сетей, работающих в режиме Ad-Hoc от сетей в топологии базовой зоны обслуживания (расширенной зоны обслуживания)?
10. Чем определяется зона покрытия Wi-Fi сети?
11. Как рассчитывается максимальная дальность связи для беспроводной Wi-Fi сети.
12. Сколько составляет временной квант в стандарте LTE?
13. Какова длительность одного радиокадра в LTE?
14. С какой целью в LTE предусмотрено два типа радиокадров?
15. В чем состоит принцип использования многоантенных систем MIMO в технологии LTE?
16. Что такое ресурсный блок в технологии LTE?
17. Как называется минимальная информационная единица в канале технологии LTE?
18. Из чего состоит ресурсный блок в технологии LTE?
19. Чем отличается пространственное мультиплексирование от диверсифицированной передачи в технологии LTE?

20. За что отвечает модуль управления мобильностью (Mobility Management Entity, ММЕ)
21. За что отвечает модуль управления абонентом (User Plane Entity, UPE) в системе LTE?

Контрольные тесты

1. Сколько спутников имеет спутниковая система Teledesic?
 - А) 288+
 - Б) 386
 - В) 254
2. Сколько полос выделено в спутниковой системе Teledesic?
 - А) 1
 - Б) 2+
 - В) 3
3. В каком радиусе спутниковая система Teledesic может поддерживать скорость 500 Мбит/с?
 - А) 100 км+
 - Б) 150 км
 - В) 300 км
4. В чем заключается особенность системы Celestri?
 - А) совместное использование низкоорбитальных и геостационарных спутников+
 - Б) совместное использование низкоорбитальных и среднеорбитальных спутников
 - В) совместное использование среднеорбитальных и геостационарных спутников
5. Сколько спутников имеет спутниковая система Ellipso?
 - А)15
 - Б)17+
 - В)27
6. Сколько спутников имеет спутниковая система Globalstar?
 - А)56+
 - Б)87
 - В)39

7. Какая форма покрытия базовой станции в зоне мобильной связи?
- а) Квадрат
 - б) Треугольник
 - в) Шестиугольник +
8. Какие минусы мобильной связи?
- а) Дороговизна и низкая дальность
 - б) Плохое качество связи и поддержки пользователей
 - в) Помехи и перегрузка сети +
9. Выберите то, для чего предназначены каналы управления?
- а) Для передачи речи или данных между пользователями.
 - б) Вызов и установление соединения между абонентами. +
 - в) Для обмена информацией об обслуживании абонента. +
10. Соотнесите 3 группировки спутниковой связи и их высоту над землёй?
- | | |
|----------------------|-------------------|
| а) Выскоорбитальные | 1) 10000 км(б) |
| б) Среднеорбитальные | 2) 700-1500 км(в) |
| в) Низкоорбитальные | 3) 40000 км(а) |
11. Какие группировки использует система Celesti?
- а) Среднеорбитальные и Выскоорбитальные
 - б) Низкоорбитальные и Среднеорбитальные
 - в) Низкоорбитальные и Выскоорбитальные +
12. Какие группировки использует система Elipso?
- а) Среднеорбитальные и Выскоорбитальные
 - б) Низкоорбитальные и Среднеорбитальные +
 - в) Низкоорбитальные и Выскоорбитальные

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Список рекомендуемой литературы

основная

Основная

1. Голиков, А. М. Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты : учебное пособие / А. М. Голиков. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 392 с. — ISBN 978-5-86889-393-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13971>.
2. Соколова, В. В. Вычислительная техника и информационные технологии. Разработка мобильных приложений : учебное пособие для прикладного бакалавриата / В. В. Соколова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 175 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-6525-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/433981>

Дополнительная

1. Гаврилов Л.П., Мобильные телекоммуникации в электронной коммерции и бизнесе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.П. Гаврилов, С.В. Соколов. - М. : Финансы и статистика, 2006. - 336 с. - ISBN 5-279-03039-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5279030392.html>
2. Гостев, И. М. Операционные системы : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. М. Гостев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 164 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04520-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/433850>
3. Бизяев А.А., Сети связи и системы коммутации. Практикум [Электронный ресурс]: учеб пособие / Бизяев А.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 84 с. - ISBN 978-5-7782-2935-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229358.html>

Учебно-методическая литература

Методические указания и индивидуальные задания для выполнения контрольной работы по дисциплине Сети и системы мобильной связи / составители А. С. Сорокин. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 32 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61759.html>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов , [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

1.2. ЮРАЙТ [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва , [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

пьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Перечень оборудования:

- 10 персональных компьютеров;
- ОС Windows;
- MS Office;
- Интернет.
- Программно-аппаратный комплекс «СОТСБИ OSI»