

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Системы и сети мобильной связи

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Системы мобильной связи

Курс: 4, семестры : 7 8

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр	
№	Вид деятельности	7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4	4
2	Всего часов	144	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	98	64
4	Лекции, час.	36	22
5	Практические занятия, час.	36	22
6	Лабораторные занятия, час.	18	10
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8	28
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	6	8
10	Самостоятельная работа, час.	46	80
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №174 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Райфельд М. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:
з5. знать принципы функционирования систем и сетей мобильной связи
у5. уметь выполнять расчет и исследование систем и сетей мобильной связи

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Системы и сети мобильной связи

ПК.36.В.з5 знать принципы функционирования систем и сетей мобильной связи	
1. Об общих принципах построения и архитектуре систем подвижной связи, о сетях подвижной связи и их классификации, о модели OSI	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2. О протоколах, методах управления потоком и маршрутизации современных сетей передачи данных (X.25, Frame Relay, TCP/IP, ATM)	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3. О назначении, принципах построения, архитектуре и протоколах сетей сигнализации, о сети сигнализации ОКС№7	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4. Виды услуг, предоставляемых современными сетями подвижной связи	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. Международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые сети подвижной связи общего, персонального и корпоративного пользования, применяемые в России	Лекции; Самостоятельная работа
6. Основные характеристики сетей сотовой подвижной связи первого второго и третьего поколений	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7. Методы множественного доступа и мультиплексирования, применяемых в сетях подвижной связи коллективного пользования	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8. Основные виды помех и методы борьбы с ними в системах мобильной (в т.ч. сотовой) связи (SSC, ISI, MCI...).	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9. Основные методы повышения пользовательской ёмкости и пропускной способности сотовых систем (сплиттинг, секторинг, концепцию микросотовых зон).	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10. Теорию телеграфика и модели обслуживания Эрланга.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11. О методах борьбы с замираниями сигнала, эквалайзинге.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
12. О методах помехоустойчивого канального кодирования (блочное и сверточное), используемых в современных системах мобильной связи, методах совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоека), перемежения.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13. О технологиях прямого расширения спектра сигнала (DS DD), RAKE-приеме, скачков частоты (FH).	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
14. О речевых кодеках, применяемых в системах мобильной связи (CELP, V-CELP, SELP, RPE-LTP)	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15. О методах двоичной и многопозиционной цифровой модуляции сигналов, используемых в современных системах мобильной связи (MSK, QPSK, GMSK, QAM)	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

16.Об алгоритмах шифрования и скремблирования данных, используемых в системах мобильной связи	Практические занятия; Самостоятельная работа
17.Стратегии распределения каналов в сотовых системах.	Лекции; Самостоятельная работа
18.Документы и стандарты, регламентирующие функционирование GSM в фазе 2G. Услуги сети GSM	Лекции; Самостоятельная работа
19.Об архитектуре и географических зонах GSM.	Лекции; Самостоятельная работа
20.Об интерфейсах сигнализации SS7 (SCCP), используемые для управления соединением в GSM.	Лекции; Самостоятельная работа
21.Об описание GSM в рамках модели OSI. Протоколы 2 и 3 уровня LAP-D. Сигнальные протоколы прикладного уровня BSSMAP, DTAP, RR, MM, CM	Лекции
22.Частотный план, временную иерархию и канальную структуру GSM.	Лекции; Самостоятельная работа
23.Принципы обеспечения конфиденциальности связи в GSM	Лекции; Самостоятельная работа
24.Основные сценарии в GSM	Лекции; Самостоятельная работа
25.Физический уровень GSM телефонии	Лекции; Самостоятельная работа
26.Документы и стандарты, регламентирующие функционирование системы CDMA (IS-95). Услуги сети IS-95	Самостоятельная работа
27.Об архитектуре и интерфейсах сети IS-95.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
28.Частотный план и канальную структуру IS-95	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
29.Об управлении мощностью в IS-95.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
30.О процедуре хэндовера в IS-95	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
31.О системах стандарта 2.5G (GPRS и EDGE)	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
32.О системах третьего поколения (стандарт 3G UMTS)	Практические занятия; Самостоятельная работа
33.О технологиях, используемых в систем четвёртого поколения (4G)	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.36.В.у5 уметь выполнять расчет и исследование систем и сетей мобильной связи	
34.Применять известные модели распространения радиоволн (Ли, Окамура, Хата) для предсказания уровня сигнала в системе связи.	Практические занятия; Самостоятельная работа
35.Выполнять частотно-территориальное планирование сотовой сети	Практические занятия; Самостоятельная работа
36.Выполнять расчёт и планирование нагрузки сотовой сети	Практические занятия; Самостоятельная работа
37.Выполнять моделирование многолучевых каналов с замираниями, канальных кодеров и кодеров речи.	Практические занятия; Самостоятельная работа
38.Выполнять расчёт бюджета радиолинии системы связи с заданными параметрами	Практические занятия; Самостоятельная работа
39.Расчитывать размер соты, интервал повторного использования частот и мощность передатчика сотовой системы.	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Документы и стандарты, регламентирующие работу систем мобильной связи. Международные организации, занимающиеся разработкой стандартов для систем связи			

1. Характеристики качества многопользовательских систем (пропускная способность, пользовательская емкость, скорость передачи, показатели качества связи)	0	1	4, 5, 6
Дидактическая единица: Многопользовательские системы связи. Технологии организации множественного доступа к каналам связи.			
2. Множественный доступ с частотным разделением каналов (FDMA)	0	1	1, 7, 8
3. Множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA)	0	1	1, 7, 8
4. Множественный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA)	0	1	1, 7, 8
5. Методы дуплексной передачи данных.	0	1	1, 4, 7, 8
6. Каналы со случайным доступом. Протокол ALOHA. Протоколы CSMA.	0	2	1, 2, 7, 8
Дидактическая единица: Проблемы передачи приема и обработки сигналов в каналах связи с шумами и замираниями			
7. Общая характеристика канала связи систем подвижной связи. Понятие замираний. Виды замираний. Модель канала с многолучевым распространением. Релеевские замирания. Категории ухудшения качества связи в каналах с многолучевым распространением. Способы борьбы с замираниями. Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Эквалайзинг.	0	2	11, 12, 8
8. Цифровые модемы. Обнаружение двоичных сигналов в шумах. Битовая синхронизация. Разнесение при приеме сигналов. Цифровые модуляции в сотовых системах	0	1	12, 8
9. Канальное кодирование (блочное, сверточное), процедуры совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоэка). Перемежение	0	2	12
10. Эффективное кодирование речевых сигналов. Вокодеры.	0	2	14
11. Прямое расширение спектра сигнала (DS DD). RAKE-приемник. Технология скачков частоты (FH)	0	1	13
Дидактическая единица: Сетевые технологии, лежащие в основе построения современных систем мобильной связи.			
12. Сети связи. Классификация сетей связи. Сети связи с коммутацией каналов, сообщений и пакетов.	0	2	1, 2, 3, 4
13. Задачи управления маршрутизацией и потоком данных в сетях различных типов. Понятие протокола (интерфейса) передачи данных.	0	1	1, 2, 3, 4
14. Сети TCP/IP.	0	1	1, 2, 3, 4, 5
15. Сети АТМ.	0	1	1, 2, 3, 4, 5
16. Стандартизация и описание систем связи. Модель OSI.	0	1	1, 2, 3, 4, 5
17. Протокол Х.25 для сетей с коммутацией пакетов. Протоколы пакетных сетей (ISDN) LAP-B и LAP-D.	0	1	1, 2, 3, 4, 5
18. Алгоритмы ARQ.	0	2	2, 3, 4, 6
19. Понятие сети управления. Система управления сотовыми сетями связи. Сеть управления SS7 (ОКС №7).	0	2	1, 2, 3, 4, 5

Дидактическая единица: Принципы проектирования и построения современных сетей мобильной связи			
20. Концепция системы сотовой подвижной связи.	0	1	1, 3, 4, 6, 8, 9
21. Принцип повторного использования частот. Понятие кластера. Соканальные помехи. Интервал повторного использования частот	0	2	1, 3, 4, 6, 8, 9
22. Методы увеличения пользовательской емкости сотовых систем. Секторизация сот. Сплиттинг. Концепция микросотовых зон.	0	3	8, 9
23. Распределение каналов в сотах. Учет межканальной помехи.	0	2	8, 9
24. Элементы теории трафика применительно к сотовым системам.	0	2	10, 9
25. Стратегии распределения каналов.	0	0	10, 17, 9
Семестр: 8			
Дидактическая единица: GSM стандарта 2G			
26. Подсистема мобильных станций. Элементы подсистемы. Назначение элементов	0	1	19, 4, 6
27. Подсистема базовых станций. Элементы подсистемы. Назначение элементов. Интерфейсы Um, A-bis	0	1	19, 4, 6
28. Подсистема сети. Элементы подсистемы. Назначение элементов. Интерфейсы A,B,C,D,E,O,M. Интерфейсы с внешними сетями.	0	1	19, 4, 6
29. Географические зоны GSM	0	1	19, 4, 6
30. Интерфейсы сигнализации SS7 (SCCP), используемые для управления соединением в GSM.	0	1	20
31. Описание GSM в рамках модели OSI. Протоколы 2 и 3 уровня LAP-D. Сигнальные протоколы прикладного уровня BSSMAP, DTAP, RR, MM, CM	0	2	21
32. Частотный план и временная иерархия GSM	0	1	22
33. Канальная структура GSM. Логические каналы GSM. Состав информации, передаваемой по различным логическим каналам. Типы и временная структура пачек, передаваемых по различным логическим каналам	0	2	22
34. Принципы обеспечения конфиденциальности связи в GSM	0	2	23
35. Сценарии в GSM	0	2	24, 4
36. Физический уровень GSM телефонии	0	2	18, 25
Дидактическая единица: Система CDMA стандарта IS-95			
37. Архитектура сети IS-95. Элементы архитектуры. Интерфейсы. Частотный план IS-95	0	1	27, 28

38. Канальная структура IS-95. Короткие и длинные каналообразующие коды, функции Уолша. Состав логических каналов восходящей и нисходящей линий связи IS-95.	0	1	13, 28
39. Принципы обеспечения конфиденциальности связи в IS-95. Процедура и алгоритмы аутентификации и шифрования в IS-95 (алгоритм CAVE).	0	1	27
40. Управление мощностью в IS-95. Необходимость точной регулировки мощности в CDMA	0	1	29
41. Процедура хэндовера в IS-95	0	1	30
Дидактическая единица: GPRS и EDGE (стандарт 2.5G)			
42. Проблема увеличения скорости передачи данных (используя частотные ресурсы GSM). Технология EDGE высокоскоростной передачи данных, базирующаяся на многоуровневой манипуляции (8PSK) и новых схемах кодирования. Схемы кодирования GPRS и EDGE	0	1	31

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Проблемы передачи приема и обработки сигналов в каналах связи с шумами и замираниями				
1. Каналы связи.	2	4	11, 8	Моделирование канала с замираниями средствами MatLab (Simulink)
2. Блочное и сверточное кодирование каналов связи.	2	4	12, 8	Моделирование процедур блочного и свёрточного кодирования средствами MatLab (Simulink)
3. Помехоустойчивые спектрально эффективные виды модуляции (BPSK, DBPSK, QPSK, OQPSK, MSK)	2	4	15	Изучение влияния многолучевого и АБГШ каналов на помехоустойчивые и спектрально эффективные виды цифровой модуляции, используемые в системах подвижной связи. Исследования про-водятся с использованием моделей MatLab (Simulink).
4. Вокодеры.	2	4	14	Исследование работы вокодеров, и современных алгоритмов кодирования речевых сигналов, используемых в системах связи (рассматриваются кодеки TETRA, MELP). Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink), а также программ - эмуляторов соответствующих кодеков.
Дидактическая единица: Сетевые технологии, лежащие в основе построения современных систем мобильной связи.				

5. Изучение стека протоколов TCP/IP	0	2	2, 3, 4	Моделирование средствами MatLab (Simulink) работы стека протоколов TCP/IP.
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Система CDMA стандарта IS-95				
6. Исследование прямого канала трафика системы IS-95.	2	4	27, 28, 29, 30	Изучается влияние многолучевого и АБГШ каналов на работу прямого канала трафика системы CDMA. Исследуется работа RAKE-приемника. Изучаются методы модуляции, кодирования, дос-пуа, а также протоколы обмена в прямых каналах трафика и управления IS-95, рассматриваются логические каналы управления и трафика в прямом направлении. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).
7. Исследование обратного канала трафика системы IS-95	2	4	27, 28, 29, 30	Изучается влияние многолучевого и АБГШ каналов на работу обратного канала трафика системы CDMA. Исследуется работа RAKE-приемника. Изучаются методы модуляции, кодирования, дос-пуа, а также протоколы обмена в обратных каналах трафика и управления IS-95, рассматриваются логические каналы управления и трафика в обратном направлении. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).
8. Технология ADSL	2	2	2, 3, 4, 7, 8, 9	Изучаются свойства протоколов xDSL на примере ADSL модема. Изучаются используемые в этих системах типы модуляции, кодирования и прото-колы обмена, используемые каналы связи. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Многопользовательские системы связи. Технологии организации множественного доступа к каналам связи.				

1. Выбор полосы канала и несущей. Расчет пользовательской емкости FDMA и частотных защитных интервалов. Межканальные помехи. Способы решения проблемы "ближний - дальний"	0	2	1, 7, 8, 9	Решение задач.
2. Расчёт максимальной пользовательской емкости системы CDMA и регулировки мощности (критерий регулировки мощности) . Выбор адресных последовательностей. Ортогональные коды и коды близкие к ортогональным	0	2	1, 7, 8, 9	Решение задач.
3. Расчёт пользовательской емкости системы TDMA, и временных защитных интервалов, обслуживание абонентов находящихся на различных расстояниях от базовой станции (размещение пакетов в слотах).	0	2	1, 7, 8, 9	Решение задач
4. Алгоритмы разрешения коллизий ALOHA и принцип доступа к каналу на основе обнаружения несущей. Проблемы "ближний - дальний" и "скрытого терминала" при использовании случайного доступа с обнаружением несущей. Управление случайным доступом к каналу связи. Критерий качества обслуживания канала со случайным доступом	0	2	1, 2, 7, 8	Обсуждение проблем. Решение задач.
Дидактическая единица: Проблемы передачи приема и обработки сигналов в каналах связи с шумами и замираниями				
5. Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Расчёт эквалайзера.	0	3	11, 37, 38, 8	Решение задач.
6. Принципы построения кодеков речи. Расчёт кодеков линейного предсказания. Использование технологии обнаружения речевой активности (VAD) для увеличения производительности системы	0	3	14	Решение задач.
7. Расчёт эффективности канального кодирования (блочное, свёрточное), процедур совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоека). Перемежение	0	2	12	Решение задач.

8. Расчёт RAKE-приемника. Прямое расширение спектра сигнала (DS DD).	0	2	13	Решение задач.
Дидактическая единица: Сетевые технологии, лежащие в основе построения современных систем мобильной связи.				
9. Расчёт вероятности ошибок при передаче пакетов данных в сетях связи с ARQ. Теоретические основы технологии ARQ. Алгоритмы ARQ	0	4	2, 3, 4, 6	Решение задач.
Дидактическая единица: Принципы проектирования и построения современных сетей мобильной связи				
10. Упрощенное планирование классической системы сотовой связи. Расчёт мощности передатчика и интервала повторного использования частот в сотовой системе связи	0	6	34, 35, 38, 6, 8, 9	Решение задач.
11. Расчётные задачи по методам увеличения пользовательской емкости сотовых систем. Расчет уровня соканальных и межканальных помех.	0	4	35, 39, 8, 9	Решение задач.
12. Модели Эрланга. Управление трафиком в системах сотовой связи	0	4	10, 36, 9	Решение задач.
Семестр: 8				
Дидактическая единица: GPRS и EDGE (стандарт 2.5G)				
13. Архитектура GPRS как пакетной сети. Узлы сети GPRS. Интерфейсы GPRS. Взаимодействие сетей GSM и GPRS. Модернизация узлов и программного обеспечения GSM для обслуживания пакетного трафика. Функции узлов GGSN и SGSN	2	2	3, 31, 4	Изучение материала в форме обсуждения.
14. Уровневая модель функционирования GPRS (в рамках модели OSI). Модели сигнализации и передачи трафика. Логические каналы GPRS (EDGE).	2	2	2, 3, 31, 4	Изучение материала в форме обсуждения.
15. Комбинированные процедуры GSM/GPRS (Комбинированное подключение/отключение GPRS/IMSI, комбинированное обновление местоположения, комбинированный пейджинг)	2	2	2, 3, 31, 4	Изучение материала в форме обсуждения.
Дидактическая единица: Системы стандарта 3G (UMTS)				

16. Выделение новых частотных полос для систем сотовой связи. Проект IMT-2000. Услуги стандарта 3G. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование сети UMTS. Услуги и область применения UMTS. Развитие систем 3G, связь с системами 2 и 2.5G. Существующие 3G системы. Система WCDMA. Различие воздушных интерфейсов WCDMA и систем второго поколения. Новые технологии, передачи данных, используемые в WCDMA. Физический уровень WCDMA-UMTS	2	2	32	Изучение материала в форме обсуждения.
17. Архитектура UMTS. Элементы и интерфейсы системы (Uu, IUb, IUr, IU CS/PS). Понятие сети радиодоступа. Архитектура сети радиодоступа UTRAN. Описание элементов UTRAN	2	2	32	Изучение материала в форме обсуждения.
18. Канальная структура UMTS. Логические, транспортные и физические каналы. Перенос логических каналов на транспортные каналы. Наложение транспортных каналов на физические каналы. Принципы мультиплексирования. Коды формирования каналов. Временная структура каналов. Принципы расширения спектра, скремблирование, модуляция	2	2	13, 16, 32	Изучение материала в форме обсуждения.
19. Общая модель протоколов сети радиодоступа (UTRAN)	2	2	2, 3, 4	Изучение материала в форме обсуждения.
Дидактическая единица: Технологии систем четвёртого поколения (4G) WiMAX				
20. Архитектура WiMAX	2	2	2, 3, 33, 4	Изучение материала в форме обсуждения.
21. Физический уровень WiMAX	2	2	33	Изучение материала в форме обсуждения.
22. Проблема повышения скорости передачи в условиях ограниченной полосы частот и мощности передатчика. Борьба с межсимвольной интерференцией, вызванной многолучевым распространением сигналов. Ортогональный многостанционный доступ с частотным разделением OFDM	2	2	33	Изучение материала в форме обсуждения.

23. Пространственно-временное кодирование (STC). Коды Аламоути. Параллельная передача сигналов. Системы MIMO, MISO, SIMO.	2	2	12	Изучение материала в форме обсуждения.
---	---	---	----	--

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Документы и стандарты, регламентирующие работу систем мобильной связи. Международные организации, занимающиеся разработкой стандартов для систем связи				
1. Классификация систем подвижной связи. Системы персонального радиовызова. Системы бесшнуровой телефонии. Транкинговые системы. Сотовая телефония. Спутниковые системы радиосвязи.	0	12	1, 4, 5	Изучение специальной литературы и стандартов.
Семестр: 8				
Дидактическая единица: GSM стандарта 2G				
2. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование GSM в фазе 2G. Услуги сети GSM	0	4	18, 4, 5, 6	Изучение документации и стандартов.
Дидактическая единица: Система CDMA стандарта IS-95				
3. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование IS-95. Услуги сети IS-95	0	4	26, 4, 5, 6	Изучение документации и стандартов.
Дидактическая единица: GPRS и EDGE (стандарт 2.5G)				
4. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование службы пакетной передачи GPRS. Услуги сети GPRS. Принципы начисления оплаты за услуги GPRS	0	4	31, 4, 5	Изучение документации и стандартов
Дидактическая единица: Технологии систем четвёртого поколения (4G) WiMAX				
5. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование. Основные требования к сетям 4G и технические характеристики WiMAX. Архитектура WiMAX	0	4	33	Изучение специальной литературы и стандартов.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				

1	РГЗ	34, 35, 36, 37, 38, 39	10	4
Выполнение РГЗ: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 20, 26, 3, 33, 4, 5, 8	8	0
Подготовка к практическим занятиям: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
3	Дополнительная учебная деятельность	11, 12, 13, 16, 26, 27, 28, 29, 30, 7, 8, 9	8	0
Подготовка к лабораторной работена основе методического руководства. : Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
4	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 20, 3, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 4, 5, 6, 7, 8, 9	8	2
Подготовка к зачёту: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 4, 5	48	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
Семестр: 8				
1	РГЗ	11, 12, 13, 7, 8	10	4
Выполнение РГЗ.: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
2	Подготовка к занятиям	10, 11, 12, 13, 15, 7, 8, 9	24	0
Подготовка к практическому занятию.: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				

3	Дополнительная учебная деятельность	27, 28, 29, 30	10	2
Подготовка к лабораторной работе на основе методического руководства. : Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галантич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
4	Подготовка к аттестации	18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	20	2
Подготовка к экзамену: Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галантич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	18, 26, 31, 33, 4, 5, 6	16	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галантич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:rajfeld@mail.ru
Консультирование	e-mail:rajfeld@mail.ru
Контроль	e-mail:rajfeld@mail.ru
Размещение учебных материалов	e-mail:rajfeld@mail.ru

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.36.В
Формируемые умения: 35. знать принципы функционирования систем и сетей мобильной связи		
Краткое описание применения: До студента доводятся основные идеи (принцип функционирования, алгоритм, структура), а далее в результате обсуждения уточняются детали.		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	10	20
<i>Лабораторная №1:</i>	6	12
<i>Лабораторная №2:</i>	6	12
<i>Лабораторная №3:</i>	6	12
<i>Лабораторная №4:</i>	6	12
<i>РГЗ:</i>	6	12
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		
Семестр: 8		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	10	20
<i>Лабораторная №1:</i>	4	8
<i>Лабораторная №2:</i>	4	8
<i>Лабораторная №3:</i>	4	8
<i>РГЗ:</i>	8	16
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
	ПК.36.В з5. знать принципы функционирования систем и сетей мобильной связи	+	+	+
	ПК.36.В у5. уметь выполнять расчет и исследование систем и сетей мобильной связи	+		

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 550400 - "Телекоммуникации" и по направлению подготовки дипломированных специалистов , 654400 - "Телекоммуникации" / В. А. Галкин. - М., 2007. - 432 с. : ил.
2. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 550400 - "Телекоммуникации" и по направлению подготовки дипломированных специалистов 654400 - "Телекоммуникации" / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов. - М., 2007. - 222 с. : ил.

3. Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM : [учебное пособие по направлению подготовки бакалавров, магистров и специалистов 210400 "Телекоммуникаций" / С. Б. Макаров и др.]. - М., 2008. - 255, [1] с. : ил.. - Авт. указаны на обороте тит. л..
4. Райфельд М. А. Основы построения современных систем сотовой связи : [учебник] / М. А. Райфельд. - Новосибирск, 2017. - 414, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236722

Дополнительная литература

1. Средства связи с подвижными объектами : методическое руководство к лабораторным работам по курсам "Основы теории систем связи с подвижными объектами" и "Системы и сети связи с подвижными объектами" для студентов 4 курса факультета радиотехники, электроники и физики (радиотехническое направление) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. : А. А. Спектор, М. А. Райфельд]. - Новосибирск, 2004. - 60 с. : ил.
2. Прокис Д. Д. Цифровая связь : пер. с англ. / Прокис Дж. ; под ред. Д. Д. Кловского. - М., 2000. - 797 с. : ил., табл.
3. Абилов А. В. Сети связи и коммутации : учебное пособие по специальностям 200900 - "Сети связи и системы коммутации" и 201000 - "Многоканальные телекоммуникационные системы" / А. В. Абилов. - М., 2004. - 288 с. : ил.
4. Шахнович И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. Шахнович. - М., 2004. - 166 с. : ил.
5. Маковеева М. М. Системы связи с подвижными объектами : учебное пособие для вузов / М. М. Маковеева, Ю. С. Шинаков. - М., 2002. - 438, [2] с. : ил.
6. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 529 с.
7. Феер К. Беспроводная цифровая связь: методы модуляции и расширения спектра / К. Феер ; пер. с англ. под ред. В. И. Журавлева ; [Федер. прогр. поддержки книгоизд. России]. - М. : Радио и связь, 2000. - 518, [1] с.
8. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр ; [пер. с англ. Е. Г. Грозы и др.]. - М. [и др.] : Вильямс, 2003. - 1104 с.
9. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети = Wireless Communications and Networking / В. Столлингс ; [пер. с англ. А. В. Высоцкого и др.]. - М. [и др.] : Вильямс, 2003 (СПб. : ГПП Печ. Двор). - 638 с.
10. Карташевский В. Г. Сети подвижной связи / В. Г. Карташевский, С. Н. Семенов, Т. В. Фирстова. - М. : Эко-Трендз, 2001. - 299 с. - (Инженерная энциклопедия Технологии электронных коммуникаций).
11. Ратынский М. В. Основы сотовой связи / М. В. Ратынский ; под ред. Д. Е. Зимина. - М., 2000. - 248 с. : ил.
12. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Ю. А. Громаков. - М. : АОЗТ «Мобил. Телесистемы» : АО «Эко-Трендз», 1997. - 239 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы и сети мобильной связи

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
, профиль: Системы мобильной связи

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Системы и сети мобильной связи приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи	35. знать принципы функционирования систем и сетей мобильной связи	Алгоритмы ARQ. Алгоритмы разрешения коллизий ALOHA и принцип доступа к каналу на основе обнаружения несущей. Проблемы "ближний - дальний" и "скрытого терминала" при использовании случайного доступа с обнаружением несущей. Управление случайным доступом к каналу связи. Критерий качества обслуживания канала со случайным доступом Архитектура GPRS как пакетной сети. Узлы сети GPRS. Интерфейсы GPRS. Взаимодействие сетей GSM и GPRS. Модернизация узлов и программного обеспечения GSM для обслуживания пакетного трафика. Функции узлов GGSN и SGSN Архитектура UMTS. Элементы и интерфейсы системы (Uu, IUb, IUr, IU CS/PS). Понятие сети радиодоступа. Архитектура сети радиодоступа UTRAN. Описание элементов UTRAN Архитектура WiMAX Архитектура сети IS-95. Элементы архитектуры. Интерфейсы. Частотный план IS-95 Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Расчёт эквалайзера. Выбор полосы канала и несущей. Расчет пользовательской емкости FDMA и частотных защитных интервалов. Межканальные помехи. Способы решения проблемы "ближний - дальний" Выделение новых частотных полос для систем сотовой связи. Проект IMT-2000. Услуги стандарта 3G. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование сети UMTS. Услуги и область	РГЗ (7 семестр), задание 1-9.	Зачет, вопросы 1-40, Экзамен, вопросы 1-43

		применения UMTS. Развитие систем 3G, связь с системами 2 и 2.5G. Существующие 3G системы. Система WCDMA. Различие воздушных интерфейсов WCDMA и систем второго поколения. Новые технологии, передачи данных, используемые в WCDMA. Физический уровень WCDMA-UMTS Географические зоны GSM Документы и стандарты, регламентирующие функционирование GSM в фазе 2G. Услуги сети GSM Документы и стандарты, регламентирующие функционирование IS-95. Услуги сети IS-95 Документы и стандарты, регламентирующие функционирование службы пакетной передачи GPRS. Услуги сети GPRS. Принципы начисления оплаты за услуги GPRS Задачи управления маршрутизацией и потоком данных в сетях различных типов. Понятие протокола (интерфейса) передачи данных. Интерфейсы сигнализации SS7 (SCCP), используемые для управления соединением в GSM. Каналы со случайным доступом. Протокол ALOHA. Протоколы CSMA. Канальная структура GSM. Логические каналы GSM. Состав информации, передаваемой по различным логическим каналам. Типы и временная структура пакетов, передаваемых по различным логическим каналам Канальная структура IS-95. Короткие и длинные каналообразующие коды, функции Уолша. Состав логических каналов восходящей и нисходящей линий связи IS-95. Канальная структура UMTS. Логические, транспортные и физические каналы. Перенос логических каналов на транспортные каналы. Наложение транспортных каналов на физические каналы. Принципы мультиплексирования. Коды формирования каналов. Временная структура каналов. Принципы расширения спектра, скремблирование, модуляция Канальное кодирование (блочное, сверточное), процедуры		
--	--	---	--	--

		совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоэка). Перемежение Классификация систем подвижной связи. Системы персонального радиовызова. Системы бесшнуровой телефонии. Транкинговые системы. Сотовая телефония. Спутниковые системы радиосвязи. Комбинированные процедуры GSM/GPRS (Комбинированное подключение/отключение GPRS/IMSI, комбинированное обновление местоположения, комбинированный пейджинг) Концепция системы сотовой подвижной связи. Методы дуплексной передачи данных. Методы увеличения пользовательской емкости сотовых систем. Секторизация сот. Сплиттинг. Концепция микросотовых зон. Множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA) Множественный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA) Множественный доступ с частотным разделением каналов (FDMA) Модели Эрланга. Управление трафиком в системах сотовой связи Общая характеристика канала связи систем подвижной связи. Понятие замираний. Виды замираний. Модель канала с многолучевым распространением. Релеевские замирания. Категории ухудшения качества связи в каналах с многолучевым распространением. Способы борьбы с замираниями. Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Эквалайзинг. Описание GSM в рамках модели OSI. Протоколы 2 и 3 уровня LAP-D. Сигнальные протоколы прикладного уровня BSSMAP, DTAP, RR, MM, CM Подсистема базовых станций. Элементы подсистемы. Назначение элементов. Интерфейсы Um, A-bis Подсистема мобильных станций. Элементы подсистемы. Назначение элементов Подсистема сети. Элементы подсистемы. Назначение элементов. Интерфейсы A,B,C,D,E,O,M. Интерфейсы с внешними		
--	--	---	--	--

		сетями. Понятие сети управления. Система управления сотовыми сетями связи. Сеть управления SS7 (ОКС №7). Принцип повторного использования частот. Понятие кластера. Соканальные помехи. Интервал повторного использования частот. Принципы обеспечения конфиденциальности связи в GSM. Принципы построения кодеков речи. Расчёт кодеков линейного предсказания. Использование технологии обнаружения речевой активности (VAD) для увеличения производительности системы. Проблема повышения скорости передачи в условиях ограниченной полосы частот и мощности передатчика. Борьба с межсимвольной интерференцией, вызванной многолучевым распространением сигналов. Ортогональный многостанционный доступ с частотным разделением OFDM. Проблема увеличения скорости передачи данных (используя частотные ресурсы GSM). Технология EDGE высокоскоростной передачи данных, базирующаяся на многоуровневой манипуляции (8PSK) и новых схемах кодирования. Схемы кодирования GPRS и EDGE. Протокол X.25 для сетей с коммутацией пакетов. Протоколы пакетных сетей (ISDN) LAP-B и LAP-D. Процедура хэндовера в IS-95. Прямое расширение спектра сигнала (DS-SS). RAKE-приемник. Технология скачков частоты (FH). Распределение каналов в сотах. Учет межканальной помехи. Расчёт RAKE-приемника. Прямое расширение спектра сигнала (DS-SS). Расчёт вероятности ошибок при передаче пакетов данных в сетях связи с ARQ. Теоретические основы технологии ARQ. Алгоритмы ARQ. Расчёт максимальной пользовательской емкости системы CDMA и регулировки мощности (критерий регулировки мощности). Выбор адресных последовательностей. Ортогональные коды и коды		
--	--	--	--	--

		близкие к ортогональным Расчёт пользовательской емкости системы TDMA, и временных защитных интервалов, обслуживание абонентов находящихся на различных расстояниях от базовой станции (размещение пакетов в слотах). Расчёт эффективности канального кодирования (блочное, свёрточное), процедур совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоека). Перемежение Расчётные задачи по методам увеличения пользовательской емкости сотовых систем. Расчет уровня соканальных и межканальных помех. Сети ATM. Сети TCP/IP. Сети связи. Классификация сетей связи. Сети связи с коммутацией каналов, сообщений и пакетов. Стандартизация и описание систем связи. Модель OSI. Стратегии распределения каналов. Сценарии в GSM Управление мощностью в IS- 95. Необходимость точной регулировки мощности в CDMA Упрощенное планирование классической системы сотовой связи. Расчёт мощности передатчика и интервала повторного использования частот в сотовой системе связи Уровневая модель функционирования GPRS (в рамках модели OSI). Модели сигнализации и передачи трафика Логические каналы GPRS (EDGE). Физический уровень WiMAX Физический уровень GSM телефонии Характеристики качества многопользовательских систем (пропускная способность, пользовательская емкость, скорость передачи, показатели качества связи) Цифровые модемы. Обнаружение двоичных сигналов в шумах. Битовая синхронизация. Разнесение при приёме сигналов. Цифровые модуляции в сотовых системах Частотный план и временная иерархия GSM Элементы теории трафика применительно к сотовым системам. Эффективное кодирование речевых сигналов. Вокодеры.		
--	--	--	--	--

ПК.36.В	у5. уметь выполнять расчет и исследование систем и сетей мобильной связи	Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Расчёт эквалайзера. Модели Эрланга. Управление трафиком в системах сотовой связи Расчётные задачи по методам увеличения пользовательской емкости сотовых систем. Расчет уровня соканальных и межканальных помех. Упрощенное планирование классической системы сотовой связи. Расчёт мощности передатчика и интервала повторного использования частот в сотовой системе связи	РГЗ (семестр 8), задание 1,2	
---------	--	--	------------------------------	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится None, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.36.В.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Студент отвечает на два вопроса (из списка, приведённого ниже).

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает в себя два вопроса.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.36.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с

освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

Паспорт зачета

по дисциплине «Системы и сети мобильной связи», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Студент отвечает на два вопроса. Билет формируется по следующему правилу: Вопрос №1 берётся из списка вопросов (с 1 по 23), вопрос №2 из списка вопросов (с 24 по 40). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Системы и сети мобильной связи»

Вопрос №1 Характеристики качества многопользовательских систем (пропускная способность, пользовательская емкость, скорость передачи, показатели качества связи)
Вопрос №2 Концепция системы сотовой подвижной связи

Составитель _____ М.А.Райфельд
(подпись)

Утверждаю: зав. кафедрой _____ проф., А.А. Спектор
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 50 баллов.

Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент в результате ответа на вопросы имеет существенные замечания при ответе на один из вопросов (или не может на него ответить), оценка составляет 50-72 баллов

Задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент в результате ответа на вопросы имеет мелкие замечания (уточнения) при ответе на оба вопроса оценка составляет 73-86 баллов

Задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент в результате ответа на вопросы не имеет замечаний или имеет мелкие замечания (уточнения) при ответе на один из вопросов, оценка составляет 87-100 баллов

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 50 баллов (по 100 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент, с которым учитывается полученная на зачёте сумма баллов в общей оценке по дисциплине, составляет 0.2.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Системы и сети мобильной связи»

1. Характеристики качества многопользовательских систем (пропускная способность, пользовательская емкость, скорость передачи, показатели качества связи).
2. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод FDMA.
3. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод TDMA.
4. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод CDMA.
5. Методы дуплексной передачи данных.
6. Каналы со случайным доступом. Протокол ALOHA.
7. Каналы со случайным доступом. Протоколы CSMA.
8. Сети связи. Классификация сетей связи.
9. Сети связи с коммутацией каналов.
10. Сети с коммутацией сообщений.
11. Сети с коммутацией пакетов.
12. Сети TCP/IP.
13. Сети ATM.
14. Задачи управления маршрутизацией и потоком данных в сетях различных типов.
15. Модель OSI.
16. Протокол X.25 для сетей с коммутацией пакетов.
17. Алгоритмы ARQ.
18. Общеканальная система сигнализации (ОКС №7).
19. Классификация систем подвижной связи. Системы персонального радиовызова.
20. Классификация систем подвижной связи. Системы бесшнуровой телефонии.
21. Классификация систем подвижной связи. Транкинговые системы.
22. Классификация систем подвижной связи. Сотовая телефония.
23. Классификация систем подвижной связи. Спутниковые системы радиосвязи.
24. Концепция системы сотовой подвижной связи.
25. Упрощенное планирование классической системы сотовой связи.
26. Использование секторизации сот для увеличения отношения сигнал/соканальная помеха.
27. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Секторинг.
28. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Сплиттинг
29. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Концепция микросотовых зон.
30. Распределение каналов в сотах. Учет межканальной помехи.
31. Элементы теории трафика применительно к сотовым системам.
32. Стратегии распределения каналов.
33. Общая характеристика канала связи систем подвижной связи. Понятие замираний. Виды замираний.

34. Модель канала с многолучевым распространением. Релеевские замирания.
35. Категории ухудшения качества связи в каналах с многолучевым распространением. Способы борьбы с замираниями.
36. Борьба с частотно-селективными замираниями. Межсимвольная интерференция. Эквалайзинг.
37. Цифровые модемы. Обнаружение двоичных сигналов в шумах. Битовая синхронизация. Разнесение при приёме сигналов. Цифровые модуляции в сотовых системах.
38. Канальное кодирование (блочное, свёрточное), процедуры совместной модуляции и кодирования (разбиение Унгербоека). Перемежение.
39. Эффективное кодирование речевых сигналов. Вокодеры.
40. Прямое расширение спектра сигнала (DS SS). RAKE-приемник. Технология скачков частоты (FH)

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Системы и сети мобильной связи», 7 семестр

1. Методика оценки

Расчётно-графическая работа заключается в решении 9 задач и оформлении хода решения в виде пояснительной записки. Варианты задач являются индивидуальными для каждого студента.

Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует описание хода решения задач, оценка составляет менее 50 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если к выполнению одной из задач есть существенное замечание (или задача не решена) или к решению всех задач имеются мелкие замечания (требуется уточнения) или одна из задач решена не полностью, оценка составляет 6 баллов

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если к решению 50% задач имеются мелкие замечания (требуется уточнения), оценка составляет 9 баллов

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если замечаний нет или к решению одной из задач имеются мелкие замечания, оценка составляет 12 баллов

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент, с которым учитывается полученная на экзамене сумма баллов в общей оценке по дисциплине, составляет 0.2.

3. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача (задание) 1

FDMA система с QPSK предназначена для обмена цифровой информацией между летательными аппаратами и работает в диапазоне 3 ГГц. Максимальная скорость движения составляет 1800 км/час, стабильность опорного генератора $-2 \cdot 10^{-7}$, защитный интервал, обусловленный не прямоугольностью фильтра – 1 КГц. Определить максимальное число пользователей, которое может обслужить система при полосе 2.32 МГц и скорости передачи данных пользователем – 20 кбит/сек.

Задача (задание) 2

Одиночному частотному субканалу линии «вверх» цифровой TDMA сотовой системы с бинарной ФМ отведена полоса в 200 КГц. Временной интервал между последовательными пакетами данных произвольного пользователя должен составлять не более 5 мсек, скорость передачи данных потребителем – около 20 кбит/сек, максимальный радиус соты – 30 км. Определить максимальное число TDMA каналов, содержащихся в одном частотном субканале.

Задача (задание) 3

Некоторая синхронная CDMA система обладает 50 физическими каналами, по которым каждым пользователем данные с применением ФМ-16 передаются со скоростью 20 кбит/сек. Общая полоса, занимаемая системой, составляет 500 КГц. Какова величина выигрыша от обработки в системе? Свободна ли система от помех множественного доступа (MAI)? Что произойдет при уменьшении полосы в 4 раза?

Задача (задание) 4

Система состоит из 32 ячеек с радиусом 1,6 км каждая, имеет выделенную полосу частот, позволяющую поддерживать 336 информационных каналов, и кратность использования частоты $N = 7$. Какую географическую зону обслуживают эти 32 ячейки, сколько каналов приходится на одну ячейку, и какое число одновременно поступающих звонков может обрабатываться? Повторите задачу для 128 ячеек с радиусом 0,8 км.

Задача (задание) 5

Определить спектральную эффективность системы сотовой связи η_T , если количество каналов, выделяемых каждой соте равно 123, входной трафик на канал равен 0.42 эрл, полоса частот всей системы $W = 300$ кГц, а радиус соты составляет 1 км

Задача (задание) 6

Процессор обработки вызовов предоставляет 50% своего времени для приёма запросов на обслуживание. Если каждый запрос требует 50 мс времени обработки, какая интенсивность поступления вызовов может быть обслужена, если только 1% обслуживаемых запросов могут быть задержаны не более чем на 1 с. Предположить, что в каждом такте процессору предоставляется 1000 мс времени.

Задача (задание) 7

Эквивалентная модель системы связи, включающая каскадное соединение аналогового формирующего фильтра передатчика, канала с МСИ и АБГШ, согласованного фильтра приемника со стробируемым выходом и обесцвечивающего фильтра, задается с помощью трансверсального фильтра дискретного времени с коэффициентами: $a_0 = 0.707$, $a_1 = 0.707$, СПМ белого шума составляет 0.5. Найти оптимальные коэффициенты ячеек трехячеечного линейного эквалайзера основанного на критерии минимума СКО. Определить остаточную МСИ и дисперсию шума на выходе трехячеечного эквалайзера с оптимальными коэффициентами ячеек.

Задача (задание) 8

Определить мощность передатчика и интервал повторного использования частот для сотовой системы связи, если предполагаются следующие условия:

1. Диапазон частот системы равен 900 МГц, радиус соты $R = 3$ км, стандартное отклонение для логарифмически нормального затенения $\sigma_0 = 6$ Дб, а постоянная распространения $\gamma = 3.5$.
2. Требуется обеспечить среднюю вероятность битовой ошибки $P_b = 10^{-3}$ и вероятность потерю связи в пределах всей соты $F_\alpha = 0.1$, причём эти значения поровну распределены между тепловыми шумами и соканальной помехой (CCI).
3. Вид модуляции MSK с автокорреляционной демодуляцией. Требуемая ширина полосы частот при скорости передачи 16 кбит/с равна $B = 16$ кГц. Применено двукратное разнесение с автовыбором.

Задача (задание) 9

Определить вероятность потери связи F_α и вероятность битовой ошибки P_b , если сотовая система связи имеет следующие характеристики:

1. Мощность передатчика составляет 25 дБм, а базовые станции, передающие по одному и тому же каналу, разнесены на 25 км.
2. Диапазон частот системы равен 900 МГц, радиус соты $R = 3$ км, стандартное отклонение для логарифмически нормального затенения $\sigma_0 = 6$ Дб, а постоянная распространения $\gamma = 3.5$.
3. Вид модуляции MSK с автокорреляционной демодуляцией. Требуемая ширина полосы частот при скорости передачи 16 кбит/с равна $B = 16$ кГц. Применено двукратное разнесение с автовыбором.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

Паспорт экзамена

по дисциплине «Системы и сети мобильной связи», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Экзаменационный билет включает в себя два вопроса. Билет формируется по следующему правилу: вопрос №1 берется из списка вопросов (с 1-го по 21-й), вопрос №2 берется из списка вопросов (с 22-го по 43-й). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Системы и сети мобильной связи»

Вопрос №1

Документы и стандарты, регламентирующие функционирование GSM в фазе 2G. Услуги сети GSM

Вопрос №2

Построение модулятора GMSK.

Составитель _____ М.А.Райфельд
(подпись)

Утверждаю: зав. кафедрой _____ проф., А.А.Спектор
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 50 баллов.

Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если имеется одно существенное замечание или студент не отвечает на один из вопросов, оценка составляет 50-72 баллов

Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если имеются мелкие замечания (уточнения) по каждому из вопросов, оценка составляет 73-86. баллов

Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если не имеется замечаний или имеется мелкое замечание (уточнение) при ответе на один из вопросов, оценка составляет 87-100 баллов

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам составляет не менее 50 баллов (по 100 бальной шкале).

Экзамен считается сданным с оценкой "отлично", если в течение семестра и на экзамене получено 87-100 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "хорошо", если в течение семестра и на экзамене получено 73-86 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "удовлетворительно", если в течение семестра и на экзамене получено 50-72 балла и на экзамене получено не менее 20 баллов.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент, с которым учитывается полученная на экзамене сумма баллов в общей оценке по дисциплине, составляет 0.4.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Системы и сети мобильной связи»

1. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование GSM в фазе 2G. Услуги сети GSM
2. Основы архитектуры GSM. Географические зоны GSM.
3. Интерфейсы сигнализации SS7 (SCCP), используемые для управления соединением в GSM.
4. Описание GSM в рамках модели OSI. Протоколы 2 и 3 уровня LAP-D. Сигнальные протоколы прикладного уровня BSSMAP, DTAP, RR, MM, CM
5. Основные параметры радиointерфейса GSM
6. Логические каналы GSM
7. Временная иерархия в GSM
8. Структура пакетов, реализующих логические каналы GSM
9. Временная дисциплина передачи логических каналов GSM
10. Описание процедуры установления соединения в GSM
11. Описание процедур входящего и исходящего вызова в GSM
12. Описание процедуры хэндовера в GSM
13. Принцип обеспечения конфиденциальности переговоров и аутентификации пользователей в GSM.
14. Технические средства и алгоритмы, используемые для сокрытия информации в GSM
15. Структурная схема стандартной подвижной станции GSM
16. Канальное кодирование сигналов трафика в GSM
17. Канальное кодирование сигналов управления в GSM
18. Полноскоростное кодирование речи в GSM
19. Речевой кодек половинной скорости в GSM
20. Цифровая модуляция в GSM
21. Построение модулятора GMSK.
22. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование службы пакетной передачи GPRS. Услуги сети GPRS. Принципы начисления оплаты за услуги GPRS
23. Архитектура системы GPRS

24. Управление передачей в системе GPRS
25. Технология EDGE
26. Принцип использования расширяющих последовательностей в системах CDMA
27. RAKE приёмник
28. Емкость CDMA систем
29. Документы и стандарты, регламентирующие функционирование IS-95. Услуги сети IS-95. Архитектура сети IS-95. Частотный план IS-95
30. Логические каналы IS-95
31. Регулировка мощности в системе IS-95
32. Хэндовер в системе IS-95
33. Передача по нисходящей линии связи IS-95
34. Передача по восходящей линии связи IS-95
35. Принципы обеспечения конфиденциальности связи в IS-95
36. Система UMTS (3G). Документы и стандарты, регламентирующие функционирование сети UMTS. Услуги и область применения UMTS.
37. Архитектура UMTS. Элементы и интерфейсы системы (Uc, IUb, IUr, IU CS/PS)
38. Канальная структура UMTS. Коды формирования каналов.
39. Общая модель протоколов сети радиодоступа (UTRAN)
40. . Современные технологии связи, используемые при построении систем 4G. Ортогональный многостанционный доступ с частотным разделением OFDM
41. . Пространственно-временное кодирование (STC). Коды Аламоути. Параллельная передача сигналов. Системы MIMO, MISO, SIMO.
42. Архитектура WiMAX.
43. Физический уровень WiMAX

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Системы и сети мобильной связи», 8 семестр

1. Методика оценки

РГЗ(Р) предполагает выполнение проектирования по следующим заданиям:

1. Частотно-территориальное планирование сотовой сети с учетом помех по основному (CCI) и соседнему (ACI) каналам приёма;
2. Расчет бюджета радиолинии в цифровой сотовой системе связи (расчет потерь в радиолинии, мощности передатчика базовой станции, расчет интервала повторного использования частот).

Каждый студент получает индивидуальное задание. Задания отличаются исходными данными частотного плана и требованиями к проектируемой радиолинии.

2. Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует описание хода проектирования, оценка составляет менее 50 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если к выполнению одного из заданий есть существенное замечание или одно из заданий выполнено не в полном объёме, либо к выполнению всех заданий имеются мелкие замечания (требуется уточнения), оценка составляет 20 баллов

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если к выполнению всех заданий имеются мелкие замечания (требуется уточнения), оценка составляет 30 баллов

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если замечаний нет, или к выполнению одного из заданий имеются мелкие замечания, либо имеются замечания по оформлению, оценка составляет 40 баллов

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент, с которым учитывается полученная на экзамене сумма баллов в общей оценке по дисциплине, составляет 0.3.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задание 1

Рассчитать бюджет радиолинии сотовой сети.

Задание 2

Выполнить частотно-территориальное планирование сотовой сети.

Вариант исходных данных для разработки проекта:

1. Частота несущего колебания (МГц.) – 900
2. Скорость передачи (КБит/с) - 42
3. Полоса канала (КГц) - 42
4. Вид модуляции - GMSK
5. Разнесение - 2-х кратное
6. Схема объединения - Оптимальное сложение

7. Схема демодуляции – Когерентная демодуляция
8. Коэффициент шума (дБ) – 3
9. Вид замирания в канале связи – Релеевское
10. Вероятность битовой ошибки - $5e-4$
11. СКО лог. норм. затенения (дБ) – 4
12. Параметр распространения - 3.5
13. Высота антенны базовой станции (м) – 25
14. Высота антенны мобильной станции (м) - 1.5
15. Коэфф. усиления приемной антенны – 1
16. Коэфф. усиления перед. антенны – 1
17. Радиус соты (км) - 2.5
18. Вероятность потери связи в пределах соты - 0.05