

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

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н. Хрусталеv В. А.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Спутниковые системы передачи

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

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	104
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	12
10	Самостоятельная работа, час.	112
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

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:

доцент, к.т.н. Морозов Ю. В.

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.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:
34. знать методы цифровой обработки сигналов в спутниковых системах мобильной связи
у3. уметь применять средства цифровой обработки сигналов для систем спутниковой 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
<i>Спутниковые системы передачи</i>	
ПК.37.В.34 знать методы цифровой обработки сигналов в спутниковых системах мобильной связи	
1.Знать о современных системах радиорелейной и спутниковой связи;	Лекции; Самостоятельная работа
2.Знать о системе параметров, характеризующих работу систем связи;	Лекции; Самостоятельная работа
3.Знать об ограничениях на применение различных систем связи;	Лекции; Самостоятельная работа
4.Знать об орбитах ИСЗ.	Лекции; Самостоятельная работа
5.Знать методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи;	Лекции; Самостоятельная работа
6.Знать методы модуляции и кодирования - декодирования в системах связи;	Лекции; Самостоятельная работа
7.Знать принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны;	Лекции; Самостоятельная работа
8.Знать причины шумов, искажений сигнала в реальных условиях;	Лекции; Самостоятельная работа
9.Знать принципы построения персональных телевизионных спутниковых систем;	Лекции; Самостоятельная работа
10.Знать системы спутниковой навигации и определения местоположения подвижных объектов на земной поверхности.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.37.В.у3 уметь применять средства цифровой обработки сигналов для систем спутниковой связи	
11. Уметь производить энергетический расчёт линии связи;	Практические занятия; Самостоятельная работа
12. Уметь подбирать необходимое оборудование для приёмо-передающих трактов, а также антенно-фидерной системы и антенны;	Практические занятия; Самостоятельная работа
13. Уметь выделять главное, существенное в темах курса, излагаемых на лекциях или в учебниках;	Практические занятия; Самостоятельная работа
14. Уметь планировать проведение эксперимента на лабораторных занятиях;	Практические занятия; Самостоятельная работа
15. Уметь формулировать вопросы по существу обсуждаемых проблем, участвовать в дискуссии;	Практические занятия; Самостоятельная работа
16. Уметь проводить необходимые измерения на лабораторном практикуме, уметь интерпретировать полученные результаты своей деятельности, критически оценивать результаты расчётов и экспериментов;	Лабораторные работы; 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: Современные системы связи			
1. Предмет и содержание дисциплины. Классификация современных систем связи. Иерархия, топология. Системы связи по электрическим и волоконно-оптическим кабелям. Их основные характеристики и особенности. Беспроводные Системы связи.	0	2	1, 2
2. Первичные сигналы связи, их основные характеристики. Особенности организации каналов связи	0	2	2
3. Сигналы групповых и линейных трактов аналоговых многоканальных систем радиосвязи. Частотное разделение каналов. Временное разделение каналов. Основные характеристики групповых сигналов.	0	1	2, 3, 4
4. Частотное уплотнение канала. Временное уплотнение канала. Кодовое уплотнение канала при цифровых методах передачи. Многостанционная работа. Принципы получения цифровых сигналов и способы их объединения в транспортные потоки.	0	2	2, 3, 6
5. Первичная и вторичная модуляция. Модуляция в аналоговых системах связи с частотным разделением каналов. Влияние АЧХ и ФЧХ трактов на уровень переходных шумов. Модуляция в системах радиосвязи с временным разделением каналов и их переходные шумы.	0	1	6
6. Двухпозиционные виды модуляции в ВЧ трактах и на ПЧ. Демодуляция двухпозиционных сигналов. Структурные схемы модуляторов и демодуляторов. Многопозиционные методы модуляции в ЦСП. Амплитудная, частотная, фазовая манипуляция. Комбинированные методы модуляции. QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 4-ОФМ, ОQPSK, и другие виды многопозиционной модуляции, их достоинства и недостатки	0	1	6
7. Критерии эффективности методов модуляции. Сравнительная оценка цифровых видов модуляции, чувствительность к искажениям в тракте передачи, помехоустойчивость различных видов модуляции.	0	1	6
8. Обобщенные функциональные схемы космических и наземных систем радиосвязи и их технические характеристики. Сквозные характеристики аналоговых и цифровых линий связи. Узкополосные и широкополосные линии связи. Особенности применения цифровых технологий с использованием шумоподобных широкополосных несущих.	0	1	10, 4, 5, 7, 9
9. Электрические свойства атмосферы и космического пространства. Свойства подстилающей поверхности. Рефракция волн в тропосфере. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Совместное влияние поверхности и атмосферы Земли на работу низкочастотных РРЛ. Уравнение дальности связи. Уровень сигнала на входе приемника Уровень входного сигнала в условиях свободного распространения. Множитель ослабления сигнала на интервале. Уровень входного сигнала в реальных условиях приема. Диаграмма уровней на интервале.	0	1	2, 3, 4, 8

10. Интерференция сигналов на интервале Интерференция волн при отражении сигналов от земной поверхности. Множитель ослабления на полузакрытых и закрытых интервалах. Отражение сигналов от слоистых неоднородностей тропосферы.	0	1	2, 3, 8
11. Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ	0	1	1, 5, 7
12. Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости	0	1	1, 2, 5, 7
Дидактическая единица: Линии связи в космическом и околоземном пространстве.			
13. Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн	0	1	1, 2, 3, 5, 7, 8
14. Тропосферные радиорелейные линии связи	0	1	1, 10, 2, 3, 7, 9
15. Атмосферные оптические линии связи. Принцип действия, основные технические характеристики, особенности применения.	0	1	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9
16. Спутниковые системы связи и вещания. Особенности распространения радиоволн в спутниковых телекоммуникационных системах. Запаздывание сигнала, Эффект Доплера. Орбиты космических аппаратов связи.	0	1	9
17. Основные диапазоны частот, используемых в спутниковых системах связи; Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи. Геостационарные спутниковые системы связи со стационарными станциями и с мобильными терминалами.	0	1	2
18. Спутниковые системы мобильной связи на средневысотных и низких орбитах, система мобильной связи GlobalStar. Спутниковые системы навигации.	0	1	2, 3, 5
21. Показатели качества и готовности ЦРРЛС. Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности).	0	1	2
22. Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.	0	2	5
23. Расчет дифракционных потерь распространения. Расчет запаса на тепловые замирания. Расчет неустойчивости в условиях субрефракции.	0	1	5
24. Расчет неустойчивости, обусловленной интерференционными замираниями. Неустойчивость, обусловленная интерференционными замираниями на интервалах РРЛ, проходящих в горной местности. Эффективность разнесенного приема. Расчет коэффициента неготовности и коэффициента сильнопораженных секунд, обусловленных интерференционными замираниями, влиянием гидрометеоров, субрефракционными замираниями.	0	2	5
25. Учет влияния внутренних и внешних радиопомех. Методы повышения устойчивости связи на пролетах ЦРРЛ. Алгоритм расчета параметров ЦРРЛ.	0	1	8

26. Общие принципы организации спутниковой связи. Классификация спутниковых систем по основным признакам. Типы орбит и их характеристики. Достоинства и недостатки геостационарной орбиты. Преимущества промежуточных и низких орбит. Главные недостатки низких орбит для организации глобальной связи. Сравнительная оценка характеристик систем, используемых разные типы орбит. Отличительные особенности эллиптических орбит.	0	2	1
27. Передача сигналов в сети спутниковой связи. Многостанционный доступ к спутниковым системам связи. Достоинства и недостатки МДЧР. Системы спутниковой связи с подвижными объектами	0	1	1, 6, 7
28. Типовая структурная схема цифровой радиорелейной станции. Радиопередающие устройства. модуляторы, преобразователи частоты, корректоры ГВЗ, усилители мощности. Радиоприемные устройства. Основные характеристики. Входные цепи, МШУ, УПЧ, демодуляторы.	0	2	1, 10, 7
29. Мультиплексоры и модемы цифровых РРЛ.	0	1	1, 5
30. Особенности построения аппаратуры земных и космических станций	0	1	1
31. Космические и наземные системы радиосвязи с подвижными объектами. Заключение. Перспективы развития систем радиосвязи.	0	1	1

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Линии связи в космическом и околоземном пространстве.				
1. Моделирование сигналов в системах спутниковой связи	0	4	16	Изучение схемы построения, конструкции и принципов действия и характеристик прямо передающей аппаратуры, Определение дальности связи радиолинии по техническим характеристикам оборудования.
2. Исследование работы радиорелейной линии связи с использованием программного обеспечения сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль" в режиме эмуляции.	0	4	16	Приобретение навыков работы с современным оборудованием радиорелейной связи, исследование работы станции радиорелейной линии связи МИК-РЛ 400 под управлением программы сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль", изучение схемы , конструкции, принципов действия малоканальной станции радиорелейной линии связи МИК-РЛ 400

3. Моделирование работы станции цифровой радиорелейной связи	0	4	16	Приобретение навыков работы с программным обеспечением для современного оборудования радиорелейной связи, исследование работы станции радиорелейной линии связи под управлением программы сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль" в режиме эмуляции, изучение схемы , конструкции, принципов действия современной скоростной станции радиорелейной линии связи МИК-РЛ 11 по документации.
4. Изучение работы приемника спутникового телевизионного вещания	0	6	16	Программное определение угловых координат направления антенны приемного устройства на спутник ГЕО и наведение антенны по этим координатам, Моделирование настройки ресивера, поиск спутника,корректировки направления антенны,

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Современные системы связи				
1. Первичные сигналы связи и принципы построения каналов.	2	4	11, 12	Первичные сигналы связи и их характеристики, временное и спектральное представления электрических сигналов, групповые сигналы - частотное, временное, кодовое разделение каналов, свойства групповых сигналов многоканальной связи.

2. Основные методы модуляции в аналоговых и цифровых системах связи.	2	4	13	Решение задач на определение параметров модулированных колебаний. Изучение схем аналоговых модуляторов (амплитудных, частотных, фазовых). Изучение математических моделей и характеристик цифровых модулированных сигналов. Двухпозиционные и многопозиционные виды модуляции
3. Станции радиорелейной связи	2	4	13	Изучение обобщенных схем станций радиорелейной и космической связи. Рассмотрение функциональных и принципиальных схем современных цифровых станций космической и радиорелейной связи.
Дидактическая единица: Линии связи в космическом и околоземном пространстве.				
5. Радиорелейные линии прямой видимости	4	8	14, 15	Радиорелейные линии прямой видимости Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ. Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости. Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн
6. Проектирование спутниковых линий связи	2	4	14, 15	Определение характеристик орбит космических станций. Определение угловых координат антенн наземных станций космической связи. Энергетический расчет линий спутниковой связи.
7. Приемопередающие устройства станций радиорелейной и спутниковой связи	2	4	14, 15	Рассмотрение особенностей построения узлов радиоприемных и радиопередающих устройств радиорелейной и спутниковой связи.

8. Распространение радиоволн в космическом и околоземном пространстве.	4	8	14, 15	Распространение радиоволн в космическом и околоземном пространстве. равнение дальности связи. Уровень сигнала на входе приемника Уровень входного сигнала в условиях свободного распространения. Множитель ослабления сигнала на интервале. Электрические свойства атмосферы и космического пространства. Свойства подстилающей поверхности. Рефракция волн в тропосфере. Интерференция сигналов на интервале.
--	---	---	--------	--

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	11	56	6
Написание реферата по современным спутниковым системам: Морозов Ю. В. Спутниковые системы передачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234719 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	28	4
Проработка лекционного материала: Морозов Ю. В. Спутниковые системы передачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234719 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	28	2
Повторение пройденного материала: Морозов Ю. В. Спутниковые системы передачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234719 . - Загл. с экрана.				

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:yu.morozov@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru

Размещение учебных материалов	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
-------------------------------	--------------------------------

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.37.В
Формируемые умения: у3. уметь применять средства цифровой обработки сигналов для систем спутниковой связи		
Краткое описание применения: Обсуждение развития систем спутниковой связи		

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		
Лабораторная №1: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №2: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №3: Выполнение и защита	3	5
Лабораторная №4: Выполнение и защита	3	5
РГЗ: Выполнение и защита	30	60
Зачет:	8	20
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
	ПК.37.В з4. знать методы цифровой обработки сигналов в спутниковых системах мобильной связи		+
	ПК.37.В у3. уметь применять средства цифровой обработки сигналов для систем спутниковой связи	+	

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

7. Литература

Основная литература

1. Онищук А. Г. Радиоприемные устройства : учебное пособие для специальностей радиотехнического телекоммуникационного профиля учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. - Минск, 2007. - 240 с. : ил.
2. Крухмалев В. В. Цифровые системы передачи : [учебное пособие для вузов по специальностям "Многоканальные телекоммуникационные системы" и др.] / В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов. - М., 2007. - 350, [1] с. : ил.
3. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для вузов по направлению "Радиотехника" и специальностям "Радиотехника", "Радиофизика и электроника", "Бытовая радиоэлектронная аппаратура" / Б. М. Петров. - М., 2007. - 558 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Ворона В. А. Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета : [учебное пособие для вузов по специальностям "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" и др.] / В. А. Ворона. - М., 2007. - 383 с. : ил.
2. Радиорелейные и спутниковые системы передачи : учебник для электротехн. ин-тов связи специальности 0708 / [А. С. Немировский и др.] ; под ред. А. С. Немировского. - М., 1986. - 390, [1] с. : ил., схемы
3. Немировский А. С. Системы связи и радиорелейные линии : учебник для студентов электротехнических институтов связи специальности 0703 и 0708 / А. С. Немировский, Е. В. Рыжков. - М., 1980. - 431, [1] с. : ил., схемы
4. Нечаев В. Г. Лазерные системы связи : учебное пособие / В. Г. Нечаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 67, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05_nechaev.rar
5. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учебное пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [В. А. Каплун] и др. - М., 2005. - 293, [1] с. : ил.
6. Томаси У. Электронные системы связи / У. Томаси ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова. - М., 2007. - 1358 с. : ил.
7. Радиосистемы передачи информации : учебное пособие для вузов по специальности 201600 - "Радиоэлектронные системы" направления 654200 - "Радиотехника" / В. А. Васин [и др.]. - М., 2005. - 471, [1] с. : ил.
8. Радиоприемные устройства : [учебник для вузов по специальности "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" (201100) / Н. Н. Фомин и др.] ; под ред. Н. Н. Фомина. - М., 2007. - 515 с. : ил.

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. Морозов Ю. В. Спутниковые системы передачи [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234719. - Загл. с экрана.

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)	Моделирование спутниковых систем

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

Спутниковые системы передачи

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 Спутниковые системы передачи 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.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи	34. знать методы цифровой обработки сигналов в спутниковых системах мобильной связи	Мультиплексоры и модемы цифровых РРЛ. Расчет дифракционных потерь распространения. Расчет запаса на тепловые замирания. Расчет неустойчивости в условиях субрефракции. Учет влияния внутренних и внешних радиопомех. Методы повышения устойчивости связи на пролетах ЦРРЛ. Алгоритм расчета параметров ЦРРЛ. Атмосферные оптические линии связи. Принцип действия, основные технические характеристики, особенности применения. Двухпозиционные виды модуляции в ВЧ трактах и на ПЧ. Демодуляция двухпозиционных сигналов. Структурные схемы модуляторов и демодуляторов. Многопозиционные методы модуляции в ЦСП. Амплитудная, частотная, фазовая манипуляция. Комбинированные методы модуляции. QPSK, 16-KAM, 64-KAM, 4-ОФМ, OQPSK, и другие виды многопозиционной модуляции, их достоинства и недостатки Интерференция сигналов на интервале Интерференция волн при отражении сигналов от земной поверхности. Множитель ослабления на полузакрытых и закрытых интервалах. Отражение сигналов от слоистых неоднородностей тропосферы. Космические и наземные системы радиосвязи с подвижными объектами. Заключение. Перспективы развития систем радиосвязи. Критерии эффективности методов модуляции. Сравнительная оценка цифровых видов модуляции, чувствительность к искажениям в тракте		Зачет, вопросы 1-31

		передачи, помехоустойчивость различных видов модуляции. Обобщенные функциональные схемы космических и наземных систем радиосвязи и их технические характеристики. Сквозные характеристики аналоговых и цифровых линий связи. Узкополосные и широкополосные линии связи. Особенности применения цифровых технологий с использованием шумоподобных широкополосных несущих. Общие принципы организации спутниковой связи. Классификация спутниковых систем по основным признакам. Типы орбит и их характеристики. Достоинства и недостатки геостационарной орбиты. Преимущества промежуточных и низких орбит. Главные недостатки низких орбит для организации глобальной связи. Сравнительная оценка характеристик систем, используемых разные типы орбит. Отличительные особенности эллиптических орбит. Основные диапазоны частот, используемых в спутниковых системах связи; Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи. Геостационарные спутниковые системы связи со стационарными станциями и с мобильными терминалами. Особенности построения аппаратуры земных и космических станций Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн Первичная и вторичная модуляция. Модуляция в аналоговых системах связи с частотным разделением каналов. Влияние АЧХ и ФЧХ трактов на уровень переходных шумов. Модуляция в системах радиосвязи с временным разделением каналов и их переходные шумы. Первичные сигналы связи, их основные характеристики. Особенности организации каналов связи Передача сигналов в сети спутниковой связи.		
--	--	---	--	--

		Многостанционный доступ к спутниковым системам связи. Достоинства и недостатки МДЧР. Системы спутниковой связи с подвижными объектами Показатели качества и готовности ЦРРЛС. Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности). Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости Предмет и содержание дисциплины. Классификация современных систем связи. Иерархия, топология. Системы связи по электрическим и волоконно-оптическим кабелям. Их основные характеристики и особенности. Беспроводные Системы связи. Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ Расчет неустойчивости, обусловленной интерференционными замираниями. Неустойчивость, обусловленная интерференционными замираниями на интервалах РРЛ, проходящих в горной местности. Эффективность разнесенного приема. Расчет коэффициента неготовности и коэффициента сильнопораженных секунд, обусловленных интерференционными замираниями, влиянием гидрометеоров, субрефракционными замираниями. Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах. Сигналы групповых и линейных трактов аналоговых многоканальных систем радиосвязи. Частотное разделение каналов. Временное разделение каналов. Основные характеристики групповых сигналов. Спутниковые системы мобильной связи на средневысотных и низких орбитах, система мобильной		
--	--	--	--	--

		связи GlobalStar. Спутниковые системы навигации. Спутниковые системы связи и вещания. Особенности распространения радиоволн в спутниковых телекоммуникационных системах. Запозывание сигнала, Эффект Доплера. Орбиты космических аппаратов связи. Типовая структурная схема цифровой радиорелейной станции. Радиопередающие устройства. модуляторы, преобразователи частоты, корректоры ГВЗ, усилители мощности. Радиоприемные устройства. Основные характеристики. Входные цепи, МШУ, УПЧ, демодуляторы. Тропосферные радиорелейные линии связи Частотное уплотнение канала. Временное уплотнение канала. Кодовое уплотнение канала при цифровых методах передачи. Многостанционная работа. Принципы получения цифровых сигналов и способы их объединения в транспортные потоки. Электрические свойства атмосферы и космического пространства. Свойства подстилающей поверхности. Рефракция волн в тропосфере. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Совместное влияние поверхности и атмосферы Земли на работу низкочастотных РРЛ. Уравнение дальности связи. Уровень сигнала на входе приемника Уровень входного сигнала в условиях свободного распространения. Множитель ослабления сигнала на интервале. Уровень входного сигнала в ре-альных условиях приема. Диаграмма уровней на интервале.		
ПК.37.В	у3. уметь применять средства цифровой обработки сигналов для систем спутниковой связи	Изучение работы приемника спутникового телевизионного вещания Исследование работы радиорелейной линии связи с использованием программного обеспечения сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль" в режиме эмуляции. Моделирование работы станции цифровой радиорелейной связи Моделирование сигналов в системах спутниковой связи Основные методы модуляции в аналоговых и цифровых	РГЗ	

		системах связи. Первичные сигналы связи и принципы построения каналов. Приемопередающие устройства станций радиорелейной и спутниковой связи Проектирование спутниковых линий связи Радиорелейные линии прямой видимости Распространение радиоволн в космическом и околоземном пространстве. Станции радиорелейной связи		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.37.В.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

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 дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.37.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. Количество баллов составляет от 50 до 72

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. Количество баллов составляет от 73 до 86.

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.

Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт зачета

по дисциплине «Спутниковые системы передачи», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-16, второй вопрос из диапазона вопросов 17-31 (список вопросов приведен ниже). 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 «Спутниковые системы передачи»

1. Классификация современных систем связи. Иерархия, топология. Системы связи по электрическим и волоконно-оптическим кабелям. Их основные характеристики и особенности. Беспроводные Системы связи.
2. Спутниковые системы навигации.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет менее 8 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 9-12 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить

качественные характеристики процессов,
оценка составляет 13-16 баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 8 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Спутниковые системы передачи»

1. Классификация современных систем связи. Иерархия, топология. Системы связи по электрическим и волоконно-оптическим кабелям. Их основные характеристики и особенности. Беспроводные Системы связи.
2. Первичные сигналы связи, их основные характеристики. Особенности организации каналов связи
3. Сигналы групповых и линейных трактов аналоговых многоканальных систем радиосвязи. Частотное разделение каналов. Временное разделение каналов. Основные характеристики групповых сигналов.
4. Частотное уплотнение канала. Временное уплотнение канала. Кодовое уплотнение канала при цифровых методах передачи. Многостанционная работа. Принципы получения цифровых сигналов и способы их объединения в транспортные потоки.
5. Первичная и вторичная модуляция. Модуляция в аналоговых системах связи с частотным разделением каналов. Влияние АЧХ и ФЧХ трактов на уровень переходных шумов. Модуляция в системах радиосвязи с временным разделением каналов и их переходные шумы.
6. Двухпозиционные виды модуляции в ВЧ трактах и на ПЧ. Демодуляция двухпозиционных сигналов. Структурные схемы модуляторов и демодуляторов. Многопозиционные методы модуляции в ЦСП. Амплитудная, частотная, фазовая манипуляция. Комбинированные методы модуляции. QPSK, 16-KAM, 64-KAM, 4-ОФМ, OQPSK, и другие виды многопозиционной модуляции, их достоинства и недостатки
7. Критерии эффективности методов модуляции. Сравнительная оценка цифровых видов модуляции, чувствительность к искажениям в тракте передачи, помехоустойчивость различных видов модуляции.
8. Обобщенные функциональные схемы космических и наземных систем радиосвязи и их технические характеристики. Сквозные характеристики аналоговых и цифровых линий связи. Узкополосные и широкополосные линии связи. Особенности применения цифровых технологий с использованием шумоподобных широкополосных несущих.
9. Электрические свойства атмосферы и космического пространства. Свойства подстилающей поверхности. Рефракция волн в тропосфере. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Совместное влияние поверхности и атмосферы Земли на работу низкочастотных РРЛ. Уравнение дальности связи. Уровень сигнала на входе приемника. Уровень входного сигнала в условиях свободного распространения. Множитель ослабления сигнала на интервале. Уровень входного сигнала в реальных условиях приема. Диаграмма уровней на

интервале.

10. Интерференция сигналов на интервале. Интерференция волн при отражении сигналов от земной поверхности. Множитель ослабления на полузакрытых и закрытых интервалах. Отражение сигналов от слоистых неоднородностей тропосферы.

11. Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ

12. Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости

13. Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн

14. Тропосферные радиорелейные линии связи

15. Атмосферные оптические линии связи. Принцип действия, основные технические характеристики, особенности применения.

16. Спутниковые системы связи и вещания. Особенности распространения радиоволн в спутниковых телекоммуникационных системах. Запозывание сигнала, Эффект Доплера. Орбиты космических аппаратов связи.

17. Основные диапазоны частот, используемых в спутниковых системах связи;

Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи. Геоостанционные спутниковые системы связи со стационарными станциями и с мобильными терминалами.

18. Спутниковые системы мобильной связи на средневысотных и низких орбитах, система мобильной связи GlobalStar.

19. Спутниковые системы навигации.

20. Показатели качества и готовности ЦРРЛС.

21. Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности).

22. Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.

23. Расчет дифракционных потерь распространения. Расчет запаса на тепловые замирания. Расчет неустойчивости в условиях субрефракции.

24. Расчет неустойчивости, обусловленной интерференционными замираниями. Неустойчивость, обусловленная интерференционными замираниями на интервалах РРЛ, проходящих в горной местности. Эффективность разнесенного приема. Расчет коэффициента неготовности и коэффициента сильнопораженных секунд, обусловленных интерференционными замираниями, влиянием гидрометеоров, субрефракционными замираниями.

25. Учет влияния внутренних и внешних радиопомех. Методы повышения устойчивости связи на пролетах ЦРРЛ. Алгоритм расчета параметров ЦРРЛ.

26. Общие принципы организации спутниковой связи. Классификация спутниковых систем по основным признакам. Типы орбит и их характеристики. Достоинства и недостатки геостационарной орбиты. Преимущества промежуточных и низких орбит. Главные недостатки низких орбит для организации глобальной связи. Сравнительная оценка характеристик систем, используемых разные типы орбит. Отличительные особенности эллиптических орбит.

27. Передача сигналов в сети спутниковой связи. Многостанционный доступ к спутниковым системам связи. Достоинства и недостатки МДЧР. Системы спутниковой связи с подвижными объектами

28. Типовая структурная схема цифровой радиорелейной станции. Радиопередающие устройства. Модуляторы, преобразователи частоты, корректоры ГВЗ, усилители мощности. Радиоприемные устройства. Основные характеристики. Входные цепи, МШУ, УПЧ, демодуляторы.

29. Мультиплексоры и модемы цифровых РРЛ.

- 30. Особенности построения аппаратуры земных и космических станций
- 31. Космические и наземные системы радиосвязи с подвижными объектами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Спутниковые системы передачи», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты написать реферат на заданную тему.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ темы, подобрать подходящую литературу, оформить текст.

Обязательные структурные части реферата: титульный лист, содержание, введение, основная часть, список литературы, заключение.

Оцениваемые позиции: полнота раскрытия темы и качество оформления

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части реферата, отсутствует анализ темы, оценка составляет менее 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ темы выполнен поверхностно, оценка составляет 30-40 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ темы выполнен в полном объеме, темы раскрыта полностью, имеются мелкие замечания, оценка составляет 41-50 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ темы выполнен в полном объеме, тема раскрыта полностью, замечаний нет или имеется 1 мелкое замечание, оценка составляет 51-60 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.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Атмосферные оптические линии связи
2. Спутниковые системы телевидения
3. Радиорелейные линии