

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

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Спутниковые и радиорелейные системы передачи

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы

Курс: 4, семестр : 8

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	86
4	Лекции, час.	22
5	Практические занятия, час.	32
6	Лабораторные занятия, час.	22
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	58
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

КТРС, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

доцент, Денисов А. Н.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева 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:
з24. знать методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи
з25. знать принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны, причины шумов и искажений сигнала в реальных условиях
у20. уметь производить энергетический расчёт линии 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 и радиорелейные системы передачи</i>	
ПК.36.В.з24 знать методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи	
1.О современных системах радиорелейной и спутниковой связи;	Лекции; Самостоятельная работа
2.системе параметров, характеризующих работу систем связи;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3.Об ограничениях на применение различных систем связи;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.Методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.Методы модуляции и кодирования - декодирования в системах связи;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.Системы спутниковой навигации и определения местоположения подвижных объектов на земной поверхности.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7.Подбирать необходимое оборудование для приёмо-передающих трактов, а также антенно-фидерной системы и антенны;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8.Выделять главное, существенное в темах курса, излагаемых на лекциях или в учебниках;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.Формулировать вопросы по существу обсуждаемых проблем, участвовать в дискуссии;	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.36.В.з25 знать принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны, причины шумов и искажений сигнала в реальных условиях	
10.Принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.Причины шумов, искажений сигнала в реальных условиях;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12.Принципы построения персональных телевизионных спутниковых систем;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.Планировать проведение эксперимента на лабораторных занятиях;	Лабораторные работы
ПК.36.В.у20 уметь производить энергетический расчёт линии связи	
14.Производить энергетический расчёт линии связи;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
15.Проводить необходимые измерения на лабораторном практикуме, уметь интерпретировать полученные результаты своей деятельности, критически оценивать результаты расчётов и экспериментов;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

16.экспериментального исследования устройств, входящих в систему связи.	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
---	--

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Первичные сигналы связи и принципы построения каналов.			
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	1	1, 2, 8, 9
2. Первичные сигналы связи, их основные характеристики. Особенности организации каналов связи	0	1	2, 3
Дидактическая единица: Сигналы групповых и линейных трактов многоканальных систем радиосвязи.			
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. 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	1	2
Дидактическая единица: Основные методы модуляции в аналоговых системах связи.			
5. 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	0	1	5
6. Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн	0	0,5	11
Дидактическая единица: Распространение радиоволн в космическом и околоземном пространстве.			

7. 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.	0	0,5	4
8. 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, 4
Дидактическая единица: Радиорелейные линии прямой видимости			
9. Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ	0	0,5	4
10. Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости	0	1	4
Дидактическая единица: Тропосферные радиорелейные линии связи			
11. Тропосферные радиорелейные линии связи	0	1	1, 4
Дидактическая единица: Атмосферные оптические линии связи			
12. Атмосферные оптические линии связи. Принцип действия, основные технические характеристики, особенности применения.	0	1	1, 4
Дидактическая единица: Общие принципы построения космических систем связи			
13. Спутниковые системы связи и вещания. Особенности распространения радиоволн в спутниковых телекоммуникационных системах. Запаздывание сигнала, Эффект Доплера. Орбиты космических аппаратов связи.	0	0,5	1, 4
14. Спутниковые системы мобильной связи на средневысотных и низких орбитах, система мобильной связи GlobalStar. Спутниковые системы навигации.	0	1	4, 6
Дидактическая единица: Проектирование цифровых РРЛ.			
15. Рекомендации по выбору рабочих частот. Выбор мест расположения РРС. Нормы на качественные показатели ЦРРЛ.	0	1	4
16. Показатели качества и готовности ЦРРЛС. Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности).	0	1	14, 2, 4
17. Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.	0	1	14, 4

18. Расчет дифракционных потерь распространения. Расчет запаса на тепловые замирания. Расчет неустойчивости в условиях субрефракции.	0	1	14, 4
19. 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	1	4, 7
Дидактическая единица: Проектирование спутниковых линий связи			
20. 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	14, 4, 6, 7
21. Передача сигналов в сети спутниковой связи. Многостанционный доступ к спутниковым системам связи. Достоинства и недостатки МДЧР. Системы спутниковой связи с подвижными объектами	0	1	4
Дидактическая единица: Приемопередающие устройства станций радиорелейной и спутниковой связи			
22. 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	1	10, 7
23. Особенности построения аппаратуры земных и космических станций	0	1	12, 6, 7

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Радиорелейные линии прямой видимости				
1. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ «СИГНАЛ 201»	2	4	13, 15, 16	Измерение и экспериментальное исследование на лабораторном стенде основных характеристик радиоприемного и радиопередающего устройства радиостанции "Сигнал-201" Получение навыков в работе с радиоизмерительными приборами.

Дидактическая единица: Общие принципы построения космических систем связи				
2. Настройка и изучение работы станции приема спутникового телевизионного вещания	2	4	10, 12, 13, 14, 15, 4	Изучение состава, технических характеристик, функциональной схемы и принципов работы станции спутниковой связи; энергетический расчет радиолинии спутниковой связи с заданным спутником на геостационарной орбите; определение наклонной дальности угла места и азимута направления на спутник; настройка антенны и ресивера станции для работы с заданным спутником; определение характеристик транспондеров и найденных телевизионных каналов.
Дидактическая единица: Приемопередающие устройства станций радиорелейной и спутниковой связи				
3. Исследование работы радиорелейной линии связи на аппаратуре МИК-РЛ 400 под управлением программы сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль".	2	4	10, 13, 15, 16, 8	Изучение технических характеристик и принципов работы оборудования малоконовой радиорелейной станции МИК-РЛ 400 по функциональной и принципиальной схемам; Измерение основных технических характеристик оборудования с помощью встроенных средств контроля и диагностики станции, а также дистанционно под управлением компьютерной программы сервисного обслуживания (ПСО) "Магистраль"; Исследование канала служебной связи между двумя станциями.
4. Изучение станции цифровой радиорелейной связи МИК-РЛ 11	2	4	13, 15, 16	Изучение работы пролета радиорелейной линии связи на оборудовании станции современной автоматизированной цифровой радиорелейной связи МИК- РЛ 11 и методов организации многопролетных РРЛ под управлением ПСО "Магистраль"
5. Разработка и исследование фазового модулятора	4	6	10, 13, 15, 16	Разработка и исследование фазового модулятора методом схемотехнического моделирования

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Первичные сигналы связи и принципы построения каналов.				
1. Расчет параметров первичных и групповых сигналов в системах радиосвязи	2	4	2, 3	Решение задач
Дидактическая единица: Основные методы модуляции в аналоговых системах связи.				
2. 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	2	4	5	Решение задач
Дидактическая единица: Радиорелейные линии прямой видимости				
3. Принципы построения РРЛ. Структурная схема многоствольной РРЛ, планы частот для РРЛ	2	4	2, 4, 7	Построение схем организации связи РРЛ
4. Построение продольных профилей трассы, выбор высоты подвеса антенн РРС и энергетический расчет РРЛ прямой видимости	0	4	3, 4	Построение и анализ прфиля пролета РРЛ с применением электронных карт местности и специализированной компьютерной программы
Дидактическая единица: Общие принципы построения космических систем связи				
5. Спутниковые системы связи и вещания. Особенности распространения радиоволн в спутниковых телекоммуникационных системах. Запаздывание сигнала, Эффект Доплера. Орбиты космических аппаратов связи.	0	4	10, 12, 4, 6	Решение задач
Дидактическая единица: Проектирование цифровых РРЛ.				
6. Показатели качества и готовности ЦРРЛС. Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности).	0	4	11, 4, 7	Решение задач на определение коэффициента неготовности РРЛ

7. Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.	0	4	14, 4	Расчет множителя ослабления на открытых интервалах РРЛ
Дидактическая единица: Проектирование спутниковых линий связи				
8. Передача сигналов в сети спутниковой связи. Многостанционный доступ к спутниковым системам связи. Достоинства и недостатки МДЧР. Системы спутниковой связи с подвижными объектами	0	4	12, 4, 6, 7	решение задач по энергетическому расчету ССС

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	Проектирование РРЛ прямой видимости	10, 4, 7, 8	30	4
Проектирование двухпролетной ЦРРЛ прямой видимости : Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164 Измерение параметров радиорелейной станции "Малютка" : методические указания к лабораторным работам №1-4 по курсу "Спутниковые и радиорелейные системы передачи" для 5 курса РЭФ (специальность 210404) дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Е. Г. Касаткина, Л. Г. Плавский]. - Новосибирск, 2006. - 56, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3178.rar				
2	Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям	15, 16	16	2
Краткое повторение пройденного на лекциях практике материала, Выполнение домашнего задания к лабораторным работам: Радиотехнические устройства. Исследование радиостанции "Сигнал 201" : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета РЭФ (специальности 210100, 210200) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Денисов, К. А. Лайко]. - Новосибирск, 2005. - 30, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/3039.rar Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164 Измерение параметров радиорелейной станции "Малютка" : методические указания к лабораторным работам №1-4 по курсу "Спутниковые и радиорелейные системы передачи" для 5 курса РЭФ (специальность 210404) дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Е. Г. Касаткина, Л. Г. Плавский]. - Новосибирск, 2006. - 56, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3178.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	12	2

Подготовка к зачету по дисциплине: Радиотехнические устройства. Исследование радиостанции "Сигнал 201" : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета РЭФ (специальности 201000, 210200) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Денисов, К. А. Лайко]. - Новосибирск, 2005. - 30, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/3039.rar> Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164 Измерение параметров радиорелейной станции "Малютка" : методические указания к лабораторным работам №1-4 по курсу "Спутниковые и радиорелейные системы передачи" для 5 курса РЭФ (специальность 210404) дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Е. Г. Касаткина, Л. Г. Плавский]. - Новосибирск, 2006. - 56, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3178.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
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ

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: 8		
РГЗ:	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "Радиотехнические устройства. Исследование радиостанции "Сигнал 201" : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета РЭФ (специальности 201000, 210200) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Денисов, К. А. Лайко]. - Новосибирск, 2005. - 30, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/3039.rar "		
Зачет:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164 "		

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.36.В з24. знать методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи	+	+

ПК.36.В з25. знать принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны, причины шумов и искажений сигнала в реальных условиях	+	+
ПК.36.В у20. уметь производить энергетический расчёт линии связи	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Филиппов Б. И. Радиотехнические системы : монография / Б. И. Филиппов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 385 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226274
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Романюк В. А. Основы радиосвязи : учебное пособие / В. А. Романюк ; Моск. гос. ин-т электрон. техники (технический университет). - Москва, 2009. - 287, [1] с. : ил., табл.
6. 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.

Дополнительная литература

1. 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
2. Томаси У. Электронные системы связи / У. Томаси ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова. - М., 2007. - 1358 с. : ил.
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. 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.
6. 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.
7. Нефедов В. И. Общая теория связи : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. И. Нефедов. - Москва, 2016
8. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : учебное пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [В. А. Каплун] и др. - М., 2005. - 293, [1] 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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Радиотехнические устройства. Исследование радиостанции "Сигнал 201" : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета РЭФ (специальности 201000, 210200) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Денисов, К. А. Лайко]. - Новосибирск, 2005. - 30, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/3039.rar>
2. Измерение параметров радиорелейной станции "Малютка" : методические указания к лабораторным работам №1-4 по курсу "Спутниковые и радиорелейные системы передачи" для 5 курса РЭФ (специальность 210404) дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Е. Г. Касаткина, Л. Г. Плавский]. - Новосибирск, 2006. - 56, [2] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3178.rar>
3. Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие по дисциплине "Устройства СВЧ и антенны" для всех форм обучения третьего курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. В. Тарасенко]. - Новосибирск, 2016. - 51, [3] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229164

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Осциллограф DS-1250 С 250 МГц с USB	осциллограф

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Спутниковые и радиорелейные 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.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи	з24. знать методы расчёта трасс радиорелейной и спутниковой системы связи	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, OQPSK, и другие виды многопозиционной модуляции, их достоинства и недостатки Первичные сигналы связи, их основные характеристики. Особенности организации каналов связи 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. Проектирование РРЛ прямой видимости Расчет параметров первичных и групповых сигналов в системах радиосвязи	РГЗ	Зачет
ПК.36.В	з25. знать принципы построения приёмопередающих трактов, а также антенно-фидерного тракта и выбора антенны, причины шумов и искажений сигнала в реальных условиях	Особенности построения аппаратуры земных и космических станций Особенности распространения радиосигналов в радиорелейных линиях связи, учет рефракции и интерференции радиоволн Проектирование РРЛ прямой видимости	РГЗ	Зачет
ПК.36.В	у20. уметь производить энергетический расчёт линии связи	Расчет дифракционных потерь распространения. Расчет запаса на тепловые замирания. Расчет неустойчивости в условиях субрефракции. Показатели качества и готовности ЦРРЛС.	РГЗ	Зачет

		Гипотетические эталонные тракты. Показатели качества. Показатели готовности (неготовности). Расчет ослабления радиоволн в условиях свободного пространства. Расчет ослабления в атмосферных газах. Построение и анализ профиля местности. Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.36.В.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

Варианты билетов составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

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

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

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. . Количество баллов составляет менее 50.

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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

Паспорт зачета

по дисциплине «Спутниковые и радиорелейные системы передачи», 8
семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-18, второй вопрос из диапазона вопросов 19-40 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета 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 и радиорелейные системы передачи»

1. Вопрос 1.
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет **0-19 баллов**.
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет **20-26 баллов**.

- Ответ на 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, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет **27-34 баллов**.
- Ответ на 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 и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет **35-40 баллов**.

3. Шкала оценки

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

Зачет считается сданным с оценкой "**отлично**", если *в течение семестра* и на *зачете* получено 87-100 баллов.

Зачет считается сданным с оценкой "**хорошо**", если *в течение семестра* и на *зачете* получено 73-86 баллов.

Зачет считается сданным с оценкой "**удовлетворительно**", если *в течение семестра* и на *зачете* получено 50-72 балла.

Зачет считается сданным с оценкой "**неудовлетворительно**", если *в течение семестра* и на *зачете* получено менее 50 баллов.

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

1. Обобщенная структурная схема радиосистемы передачи.
2. Классификация радиосистем передачи.
3. Особенности радиорелейных и спутниковых систем передачи.
4. Виды модуляции в СиРРСП.
5. Основные энергетические соотношения пролета ЛС.
6. Существенная область распространения радиоволн, зоны Френеля.
7. Влияние атмосферы Земли на распространение радиоволн.
8. Рефракция радиоволн.
9. Расчет множителя ослабления на пролетах РРЛ.
10. Распространение радиоволн на ТРРЛ.
11. Распространение радиоволн на спутниковых линиях.
12. Антенны СиРРЛП.
13. Пассивные ретрансляторы.
14. Устройства разделения и объединения стволов РРС.
15. Фидерные тракты РРСП.
16. Принцип устройства и работы перископической антенной системы.
17. Структурная схема АФТ.

18. Устройство и принцип работы пассивных ретрансляторов типа препятствия и зеркального типа.
19. Структурные схемы станций РРЛП.
20. Оконечная аппаратура аналогового ствола.
21. Оконечная аппаратура цифрового ствола.
22. Модемы цифровых радиотрактов.
23. Корректоры группового времени запаздывания и ФСС.
24. Элементы трактов ПЧ и СВЧ РРС.
25. Преселекторы и преобразователи частоты СВЧ приемников РРС.
26. Гетеродины СВЧ.
27. Расчет тепловых шумов приемников РРС и ССС.
28. Линейные искажения сообщений.
29. Характеристика быстрых замираний сигнала и классификация методов борьбы с ними.
30. Методы разнесения сигналов для борьбы с замираниями.
31. Характеристика радиорелейных систем передачи прямой видимости.
32. Характеристика цифровых РРСП.
33. Особенности аппаратуры ТРСП.
34. Орбиты и зоны радиовидимости ИСЗ.
35. Принципы построения ССС с многостанционным доступом.
36. Энергетический расчет ССС.
37. Особенности расчета и проектирования ССС.
38. Электромагнитная совместимость РРСП и ССП.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

**Паспорт
расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Спутниковые и радиорелейные системы передачи», 8 семестр

1. Методика оценки

По учебному плану каждый студент должен выполнить РГР. В рамках РГР по дисциплине студенты должны выполнить эскизный проект РРЛП, заданной категории, пропускной способности и минимальной протяженности.

Для успешного выполнения работы необходимо изучить по рекомендуемой литературе разделы, касающиеся проектирования и строительства РРЛП. Перед выполнением работы студенты должны сделать:

Самостоятельно выбрать по электронной карте региона для расчета 2 интервала линии с протяженностью каждого интервала не менее заданной величины $R_{\min}$).

Для выбранной трассы РРЛП задаться несколькими подходящими диапазонами частот.

Выбрать любой тип оборудования, способный работать на заданной скорости и дальности, имеющий примерно одинаковые технические параметры в этих диапазонах частот (как правило, это оборудование одной фирмы).

Провести расчеты для выбранных диапазонов частот и выбрать наилучший вариант.

Критерием для выбора будут являться наименьшие диаметры параболических антенн.

Выбранные трассу РРЛП, частоту и тип оборудования утвердить у преподавателя.

Варианты заданий выбираются студентом самостоятельно по [таблицам](#) в соответствии с номером зачетной книжки. Результаты выбора задания нужно занести в бланк, форма которого показана ниже.

Исходные данные для выполнения курсового проекта

Номер зачетной книжки
Общие данные для курсового проекта

Качество линии связи	
Скорость работы	
R_0 мин	
Число интервалов	2

- Общая структура пояснительной записки:
- Исходные данные.
- Оглавление.
- Введение.
- Расчетная часть.
- Заключение.
- Литература.

Содержание расчетной части:

Анализ данных и предварительный выбор типа аппаратуры и параметров антенно-фидерного тракта.

Выбор мест расположения станций и построение профилей интервалов.

Ориентировочный выбор высот подвеса антенн.

Учет атмосферной рефракции и уточнение высот подвеса антенн.

Расчет норм на показатели неготовности и на показатели качества по ошибкам.

Расчет запасов на замирания.

Расчет показателей неготовности.

Расчет показателей качества по ошибкам.

Окончательный выбор типа аппаратуры и характеристик АФТ. Построение диаграммы уровней на пролете

ПЕРЕЧЕНЬ МИНИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

- а. Рисунки профилей интервалов при нулевой рефракции.
- б. Рисунки профилей интервалов при нормальной рефракции и при субрефракции.
- в. Диаграмма уровней на одном из интервалов.
- г. Диаграмма высот подвеса антенн

2. Критерии оценки

- Работа считается не выполненной, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 30 баллов.
- Работа считается выполненной на пороговом уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 30-40 баллов.
- Работа считается выполненной на базовом уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 41-54 баллов.
- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 55-60 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 РГР

Таблицы для выбора данных

Таблица

Общие данные для вариантов РГЗ

Последние две цифры номера в зачетке	V, Мбит/с	Качество	R0 мин, км
01, 51	112	среднее, 2 класс	18
02, 52	48	локальное	12
03, 53	85	среднее, 4 класс	10
04, 54	160	локальное	8
05, 55	34	локальное	11
06, 56	26	среднее, 2 класс	20
07, 57	114	локальное	16
08, 58	128	среднее, 3 класс	10
09, 59	160	локальное	20
10, 60	34	локальное	14
11, 61	12	среднее, 2 класс	25
12, 62	154	локальное	14
13, 63	148	среднее, 4 класс	19
14, 64	160	локальное	15
15, 65	340	среднее, 4 класс	10
16, 66	200	локальное	12
17, 67	124	среднее, 4 класс	18
18, 68	85	среднее, 1 класс	9
19, 69	160	локальное	19
20, 70	34	среднее, 4 класс	20
21, 71	200	среднее, 1 класс	10
22, 72	124	локальное	17
23, 73	380	среднее, 4 класс	30
24, 74	168	локальное	16
25, 75	340	среднее, 2 класс	9
26, 76	200	среднее, 4 класс	23
27, 77	400	среднее, 4 класс	20
28, 78	8	локальное	19
29, 79	16	среднее, 4 класс	18
30, 80	34	среднее, 2 класс	17
31, 81	2	среднее, 4 класс	15

32, 82	4	локальное	14
33, 83	8	среднее, 2 класс	12
34, 84	16	локальное	18
35, 85	34	среднее, 4 класс	11
36, 86	2	среднее, 2 класс	12
37, 87	4	среднее, 4 класс	14
38, 88	8	среднее, 3 класс	16
39, 89	16	локальное	18
40, 90	34	среднее, 2 класс	20
41, 91	2	локальное	22
42, 92	4	среднее, 3 класс	14
43, 93	8	среднее, 4 класс	26
44, 94	16	среднее, 3 класс	18
45, 95	34	среднее, 1 класс	8
46, 96	2	локальное	10
47, 97	4	среднее, 3 класс	17
48, 98	8	среднее, 4 класс	15
49, 99	16	локальное	18
50, 00	34	среднее, 3 класс	14

V округленное значение скорости цифрового потока в ЦРРЛ,
R0 - средняя протяженность интервала.