

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

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи

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

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	84
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	96
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	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

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

РПИРПУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Горбачев А. П.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Киселев А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.35.В способность к построению и анализу радиоэлектронных устройств систем связи; в части следующих результатов обучения:
з3. знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи
у3. уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем 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
---	---------------------------

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи

ПК.35.В.з3 знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи	
1.о множестве задач возбуждения, канализации и излучения электромагнитных сигналов и методах их решения в зависимости от особенностей конкретной радиотехнической системы;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.об основах теории излучения электромагнитных волн, интенсивно развиваемой в настоящее время;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.сочетание методов электродинамики и теории цепей;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.типовые узлы и элементы антенно-фидерных трактов;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.методы расчета диаграмм направленности антенн и коэффициента их направленного действия;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.методы расчета параметров рассеяния устройств СВЧ;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.35.В.у3 уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем мобильной связи	
7.пользоваться леммой Лоренца и теоремой взаимности;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.находить входное сопротивление устройств СВЧ и антенн с целью обеспечения его согласования с источником сигнала;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.выдвигать и проверять гипотезы об условиях протекания токов проводимости и смещения в конкретных фрагментах устройств СВЧ и антенн;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.пользоваться системным подходом при постановке и решении задач излучения и дифракции электромагнитных волн;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн			

1. Системный подход к анализу устройств СВЧ и антенн. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Объемные сторонние источники электромагнитного поля.	0	1	1
2. Сочетание методов электродинамики и теории цепей. Типы линий передачи СВЧ. Параметры линий передачи. Элементы трактов СВЧ. Согласованные нагрузки. Реактивные нагрузки. Изоляторы для коаксиального тракта. Сочленения линий передачи. Вращающиеся сочленения. Повороты и скрутки линий передачи. Отражающие элементы волноводных трактов (зазоры, штыри, диафрагмы, стыки и пр.). Многополюсники СВЧ. Матричное описание многополюсников. Соотношения между матрицами многополюсника. Идеальные и реальные волновые матрицы передачи и рассеяния. Условия обратимости, симметрии, унитарности. Принцип декомпозиции.	0	2	2
3. Типовые узлы и элементы, их электрические модели и конструкции. Четырехполюсные устройства СВЧ. Анализ каскадных четырехполюсников классической матрицей передачи (цепной или А-матрицей). А-матрицы элементарных четырехполюсников. Фильтрующие и согласующие цепи СВЧ. Фильтры-прототипы с максимально плоскими и равнопульсирующими (Чебышевскими) частотными характеристиками. Конструктивная реализация реактивных элементов фильтров-прототипов. Широкополосное согласование вещественных нагрузок с помощью реактивных четырехполюсников. Управляющие четырехполюсные устройства СВЧ, их классификация. Механические и электронные выключатели, коммутаторы, аттенюаторы и фазовращатели.	0	2	3
Дидактическая единица: Аналитические методы анализа и синтеза антенн			
4. Электродинамическая теория излучения элементарных антенн. Объемные сторонние источники электромагнитного поля. Запаздывающие векторные электродинамические потенциалы. Поверхностные сторонние источники электромагнитного поля., Принцип эквивалентности. Поля произвольной системы токов. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Электромагнитные поля излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах. Фазовый центр, нормированная диаграмма направленности по полю и по мощности. Элементарные излучатели. Электрический диполь (диполь Герца) и параметры его электромагнитного поля. Магнитный диполь и принцип двойственности. Элементарные электрические и магнитные рамки. Элементарный источник однонаправленного излучения. Элемент Гюйгенса. Элементарный турникетный излучатель.	0	2	10, 7

5. Анализ электрических и магнитных дипольных антенн. Теория вибраторных антенн. Электрический вибратор. Внутренняя и внешняя задача теории вибраторов. Интегральное уравнение Халлена для вибратора. Распределение тока и заряда вдоль вибратора. Расчет поля излучения и диаграммы направленности вибратора. Сопротивление излучения и коэффициент направленного действия вибратора. Расчет мощности излучения и входного сопротивления вибратора методом наводимых ЭДС. Магнитный вибратор. Щелевой вибратор в плоском бесконечном экране. Электромагнитное излучение двух связанных вибраторов. Множитель направленности системы. Теорема перемножения. Собственные и взаимные импедансы вибраторов. Влияние плоской проводящей поверхности на параметры вибраторов, метод зеркальных отображений. Множители влияния "земли" на диаграмму направленности горизонтального и вертикального симметричных вибраторов. Система из активного и пассивного вибраторов, режим рефлектора и директора. Расчет тока в пассивном вибраторе, его влияние на диаграмму напра	0	6	2, 3, 8
6. Интегральные параметры антенных систем. Приемные антенны. Применение принципа взаимности к изучению приемных антенн. Принцип обратимости процессов приема и передачи. Влияние поляризации на уровень принимаемого сигнала. Эффективная площадь антенны. Шумовая температура приемной антенны. Методы создания остронаправленных антенн. Линейная дискретная и непрерывная излучающая система. Основные определения и исходные соотношения. Характеристика направленности идеального линейного излучателя, режим излучения, ширина луча, КНД, Зависимость ширины лепестка от направления излучения, ширина лепестка при осевом излучении. Условие оптимальности линейной антенны с замедленной фазовой скоростью возбуждения. Влияние формы амплитудного распределения и фазовых искажений на параметры линейной антенны. Линейные и квадратичные фазовые искажения.	0	2	5, 8, 9
7. Анализ и синтез фазированных антенных решеток. Характеристика направленности эквидистантной антенной решетки. Главные максимумы и явление "ослепления" антенной решетки. Входной импеданс излучателей, расчет мощности и коэффициента усиления антенной решетки. Плоские излучающие раскрыты и массивы излучателей (плоские антенные решетки). Основные определения и исходные соотношения. Теорема эквивалентности и расчет электромагнитного поля антенны с плоским раскрытием. Множитель направленности и КНД прямоугольного раскрытия. Отклонение луча плоского раскрытия при линейном изменении фазового распределения возбуждения.	0	6	10, 7, 9
Дидактическая единица: Антенные системы различных типов			

11. Антенны микроволнового диапазона. Многовибраторные антенны, способы питания вибраторов. Несимметричные вибраторы и способы их питания. Щелевые антенны. Полуволновые щелевые антенны, кольцевые щелевые антенны. Частотно-независимые антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот антенны. Принцип построения частотно-независимых антенн, эффект автоматической "отсечки" излучающих токов. Эквивалентные спиральные структуры. Частотно-независимые спиральные антенны. Архимедовские спиральные антенны. Логарифмические широкодиапазонные антенны. Вибраторные логопериодические антенны. Антенны бегущей волны, их общие свойства. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Директорные антенны. Ребристо-стержневые антенны.	0	3	4, 5, 8, 9
12. Апертурные антенны, их общие свойства. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны, секториальные, пирамидальные и конические рупоры. Оптимальные рупоры и их связь с фазовыми искажениями. Линзовые антенны и их принцип действия. Уравнение и характер профиля замедляющей и ускоряющей линзы. Замедляющие радиолинзы с искусственным диэлектриком. Конструкция и параметры ускоряющей металло-пластинчатой линзы. Зонирование линз. Применение радиолинз в рупорных антеннах. Линза Люнеберга. Зеркальные параболические антенны. Распределение поля в раскрытом зеркале. Расчет диаграммы направленности. Конструкции облучателей, эффект "затенения" зеркала. Специальные формы зеркал.	0	3	4, 5, 8, 9
13. Антенны длинных, средних и коротких волн. Антенны средних (СВ), длинных (ДВ), и сверхдлинных (СДВ) волн. Г- и Т-образные антенны. Распределение тока и напряжения в длинноволновой антенне. Система заземления. П-образная антенна и антенны со многими снижениями. Особенности антенн сверхдлинных волн. Антенна-мачта. Приемные антенны ДВ и СВ: рамочная, ферритовая. Коротковолновые антенны. Особенности конструктивной реализации.	0	2	4, 5, 8, 9
Дидактическая единица: Устройства СВЧ			
18. Волноводные, полосковые и микрополосковые устройства. Восьмиполосные устройства СВЧ. Делители и сумматоры мощности. Направленные ответвители, фильтры и мосты. Типы направленности. Минимально и неминимально фазовые четырехполосники и восьмиполосники. Симметрия восьмиполосников, метод суперпозиции синфазного и противофазного возбуждений (зеркальных изображений). Ферритовые устройства СВЧ. Вентили и циркуляторы. Ферритовые фазовращатели и коммутаторы. Фильтры с ферритовыми резонаторами. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ. Особенности конструкций на основе высокотемпературной сверхпроводимости. Мембранные технологии на СВЧ.	0	5	3, 4, 6

19. Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн. Типовые пакеты прикладных программ. Системы автоматизированного проектирования (САПР) устройств СВЧ и антенн. Учет факторов электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств при проектировании устройств СВЧ и антенн. Радиочастотный ресурс и его использование. Основные регламентирующие документы в области электромагнитной совместимости. Роль международных и национальных сертификатов по электромагнитной совместимости при организации производства устройств СВЧ и антенн.	0	2	3, 4, 6
---	---	---	---------

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Аналитические методы анализа и синтеза антенн				
8. Направленность антенн и её характеристики	2	4	10, 5, 9	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её калибровки; - измеряют диаграммы направленности антенн; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений параметров; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.
9. Поляризация антенн и её характеристики	2,5	5	1, 7, 9	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её применения; - исследуют поляризационные характеристики антенн; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - объясняют причины расхождений результатов измерений и компьютерного моделирования; - оформляют отчёт по работе и формулируют выводы по её результатам.
Дидактическая единица: Антенные системы различных типов				

14. Симметричный вибратор	2	4	2, 3, 4, 5	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и порядком её использования; - исследуют характеристики вибраторов; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по результатам работы.
15. Исследование волноводных резонансных многоцелевых антенных решеток	2,5	5	2, 5, 6, 8	Студенты: - знакомятся с измерительной аппаратурой и правилами её калибровки; - исследуют частотные характеристики согласования; - проводят сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований; - объясняют причины расхождений результатов измерений и прогнозируемых значений согласования; - оформляют отчет по работе и формулируют выводы по её результатам.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Аналитические методы анализа и синтеза антенн				
10. Моделирование печатных антенн	2	4	4, 5, 9	Студенты: - знакомятся с пакетом прикладных программ; - проводят расчет рабочих параметров антенн; - оформляют отчет по результатам работы.
Дидактическая единица: Антенные системы различных типов				
16. Моделирование остронаправленных антенн	2,5	5	2, 4, 6	Студенты: - знакомятся с пакетом прикладных программ; - проводят моделирование остронаправленных антенн; - оформляют отчет по работе.
17. Моделирование апертурных антенн	2,5	5	10, 7, 8	Студенты: - знакомятся с пакетом прикладных программ; - моделируют волноводно-рупорные и зеркальные антенны; - оформляют отчет по работе.

Дидактическая единица: Устройства СВЧ				
20. Моделирование коаксиальных, полосковых и волноводных линий передачи	2	4	1, 3, 6	Студенты: - знакомятся с пакетом прикладных программ; - проводят моделирование рабочих параметров устройств СВЧ; - оформляют отчет по проделанной работе.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Курсовая работа	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	41	8
Студенты прорабатывают вопросы, связанные с проектированием конкретного вида антенны согласно выданному им (под личную роспись студента) техническому заданию на курсовую работу.: Антенны : методические указания к курсовой работе для факультета "Радиотехника, электроника и физика" (направление 552500 - Радиотехника) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. С. Шадрина, А. П. Горбачев]. - Новосибирск, 2005. - 41, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/2916.rar Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/gorbach.rar				
2	Подготовка к занятиям	10, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	28	0
Студенты изучают лекционный материал и руководствуются соответствующими методическими указаниями по выполнению лабораторных работ. Кроме того, студенты прорабатывают дома или в читальных залах вопросы предстоящего практического занятия, руководствуясь лекционным материалом. : 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 Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/gorbach.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	27	2
Студенты готовятся к итоговой аттестации за семестр по лекциям, учебникам, учебным пособиям и методическим указаниям.: Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738				

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	Социальные сети: vk.com/antenna416
Консультирование	e-mail: gorbachev@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail: gorbachev@corp.nstu.ru

Размещение учебных материалов	Портал НГТУ
-------------------------------	-------------

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Деловая игра	ПК.35.В
Формируемые умения: з3. знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи; у3. уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем мобильной связи		
Краткое описание применения: Организуется деловая игра по теме предстоящего занятия с демонстрацией конкретных образцов антенн, подлежащих последующему моделированию.		

2	Дискуссия	ПК.35.В
Формируемые умения: з3. знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи; у3. уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем мобильной связи		
Краткое описание применения: Проводится дискуссия в свободной форме по теме предстоящей работы, а также по конкретным вопросам из проделанного домашнего задания.		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять 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: 6		
<i>Лабораторная:</i>	12	20
Контролирующие материалы (список вопросов) 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=vtds000229164 "		
<i>Практические занятия:</i>	12	20
Контролирующие материалы приводятся в "Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/gorbach.rar "		
<i>Курсовая работа: Итого</i>	0	20
Контролирующие материалы приводятся в "Антенны : методические указания к курсовой работе для факультета "Радиотехника, электроника и физика" (направление 552500 - Радиотехника) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. С. Шадрин, А. П. Горбачев]. - Новосибирск, 2005. - 41, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/2916.rar "		
<i>Экзамен:</i>	16	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738 "		

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 ЛР	Защита КП/КР	Экзамен
	ПК.35.В з3. знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи	+	+	+
	ПК.35.В у3. уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем мобильной связи	+	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны : учебник для вузов по направлению подготовки 654200 "Радиотехника" / Д. И. Воскресенский и др. ; под ред. Д. И. Воскресенского. - М., 2006. - 375 с. : ил.
2. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : [учебник для вузов по специальности 2011 (Радиовещание, радиосвязь, телевидение)] / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - М., 2007. - 491 с. : ил. - На тит. л. и обл. авт.: О. В. Чернов. - В вып. дан. : О. В. Чернышев.

Дополнительная литература

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : учебник для вузов по специальности 2011 (Радиовещание, радиосвязь, телевидение) / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - М., 2004. - 491 с. : ил.
2. Андруевич Л. К. Антенны и распространение радиоволн : [учебник для вузов] / Л. К. Андруевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 393, [2] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/andrusevich.pdf>
3. Марков Г. Т. Антенны : учебник для радиотехн. спец. вузов. - М., 1975. - 528 с. : ил.
4. Максимов В. М. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта : учебное пособие для вузов по направлению 654200 "Радиотехника" / В. М. Максимов. - М., 2002. - 72 с. : ил.
5. Воскресенский Д. И. Антенны с обработкой сигнала : учебное пособие для вузов по направлению 654200 "Радиотехника" / Д. И. Воскресенский. - М., 2002. - 80 с.
6. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ : учебник для вузов по специальности "Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М., 1988. - 430, [2] с. : ил.
7. Панченко Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефёдов. - М., 1986. - 143, [2] с. : ил., схем.
8. Айзенберг Г. З. Антенны УКВ. В 2 ч.. Ч. 1 / Айзенберг Г. З., Ямпольский В. Г., Терешин О. Н. ; под общ. ред. Айзенберг Г. З. - М., 1977. - 381 с. : ил.
9. Нефёдов Е. И. Устройства СВЧ и антенны : [учебное пособие по специальностям направления "Радиотехника"] / Е. И. Нефёдов. - М., 2009. - 375, [1] с. : ил., табл.

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Горбачев А. П. Проектирование печатных фазированных антенных решеток в САПР "CST microwave studio" : учебное пособие / А. П. Горбачев, Е. А. Ермаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 86, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/gorbach.rar>
2. Антенны : методические указания к курсовой работе для факультета "Радиотехника, электроника и физика" (направление 552500 - Радиотехника) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. С. Шадрина, А. П. Горбачев]. - Новосибирск, 2005. - 41, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/2916.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
4. Горбачев А. П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил : учебное пособие / А. П. Горбачев, Н. В. Тарасенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180738

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	АНТЕННА П6-23 измерит.	Используется для выполнения лабораторной работы № 3.
2	АТТЕНЮАТОР ДЗ-33А	Используется для выполнения лабораторной работы № 4.
3	ГЕНЕРАТОР Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.
4	Генератор Г4-109	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
5	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 4.
6	Генератор Г4-76А	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
7	ЛИНИЯ Р1-28	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.
8	ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВН	Используется для выполнения лабораторной работы № 1.

9	ЛИНИЯ Р1-34	Используется для выполнения лабораторной работы № 2.
10	ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВР2-54	Используется для выполнения лабораторной работы № 3.

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

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем 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 **Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем 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.35.В способность к построению и анализу радиоэлектронных устройств систем связи	33. знать методы анализа и принципы построения антенно-фидерных устройств систем мобильной связи	Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн. Типовые пакеты прикладных программ. Системы автоматизированного проектирования (САПР) устройств СВЧ и антенн. Учет факторов электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств при проектировании устройств СВЧ и антенн. Радиочастотный ресурс и его использование. Основные регламентирующие документы в области электромагнитной совместимости. Роль международных и национальных сертификатов по электромагнитной совместимости при организации производства устройств СВЧ и антенн. Анализ электрических и магнитных дипольных антенн. Теория вибраторных антенн. Электрический вибратор. Внутренняя и внешняя задача теории вибраторов. Интегральное уравнение Халлена для вибратора. Распределение тока и заряда вдоль вибратора. Расчет поля излучения и диаграммы направленности вибратора. Сопротивление излучения и коэффициент направленного действия вибратора. Расчет мощности излучения и входного сопротивления вибратора методом наводимых ЭДС. Магнитный вибратор. Щелевой вибратор в плоском бесконечном экране. Электромагнитное излучение двух связанных вибраторов. Множитель направленности системы. Теорема перемножения. Собственные и взаимные импедансы вибраторов. Влияние плоской	Курсовая работа Отчет по лабораторной работе.	Экзамен, вопросы 1-50.

		проводящей поверхности на параметры вибраторов, метод зеркальных отображений. Множители влияния "земли" на диаграмму направленности горизонтального и вертикального симметричных вибраторов. Система из активного и пассивного вибраторов, режим рефлектора и директора. Расчет тока в пассивном вибраторе, его влияние на диаграмму напра Антенны микроволнового диапазона. Многовибраторные антенны, способы питания вибраторов. Несимметричные вибраторы и способы их питания. Щелевые антенны. Полуволновые щелевые антенны, кольцевые щелевые антенны. Частотно-независимые антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот антенны. Принцип построения частотно-независимых антенн, эффект автоматической "отсечки" излучающих токов. Эквиугольные спиральные структуры. Частотно-независимые спиральные антенны. Архимедовские спиральные антенны. Логарифмические широкодиапазонные антенны. Вибраторные логопериодические антенны. Антенны бегущей волны, их общие свойства. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Директорные антенны. Ребристо-стержневые антенны. Волноводные, полосковые и микрополосковые устройства. Восьмиполосные устройства СВЧ. Делители и сумматоры мощности. Направленные ответвители, фильтры и мосты. Типы направленности. Минимально и неминимально фазовые четырехполосники и восьмиполосники. Симметрия восьмиполосников, метод суперпозиции синфазного и противофазного возбуждений (зеркальных изображений). Ферритовые устройства СВЧ. Вентили и циркуляторы. Ферритовые фазовращатели и коммутаторы. Фильтры с ферритовыми резонаторами. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ.		
--	--	---	--	--

		Особенности конструкций на основе высокотемпературной сверхпроводимости. Мембранные технологии на СВЧ. Исследование волноводных резонансных многощелевых антенных решеток Направленность антенн и её характеристики Поляризация антенн и её характеристики Симметричный вибратор Системный подход к анализу устройств СВЧ и антенн. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Объемные сторонние источники электромагнитного поля. Сочетание методов электродинамики и теории цепей. Типы линий передачи СВЧ. Параметры линий передачи. Элементы трактов СВЧ. Согласованные нагрузки. Реактивные нагрузки. Изоляторы для коаксиального тракта. Сочленения линий передачи. Вращающиеся сочленения. Повороты и скрутки линий передачи. Отражающие элементы волноводных трактов (зазоры, штыри, диафрагмы, стыки и пр.). Многополюсники СВЧ. Матричное описание многополюсников. Соотношения между матрицами многополюсника. Идеальные и реальные волновые матрицы передачи и рассеяния. Условия обратимости, симметрии, унитарности. Принцип декомпозиции. Типовые узлы и элементы, их электрические модели и конструкции. Четырехполюсные устройства СВЧ. Анализ каскадных четырехполюсников классической матрицей передачи (цепной или А-матрицей). А-матрицы элементарных четырехполюсников. Фильтрующие и согласующие цепи СВЧ. Фильтры-прототипы с максимально плоскими и равнопульсирующими (Чебышевскими) частотными характеристиками. Конструктивная реализация реактивных элементов фильтров-прототипов. Широкополосное согласование вещественных		
--	--	--	--	--

		нагрузок с помощью реактивных четырехполюсников. Управляющие четырехполюсные устройства СВЧ, их классификация. Механические и электронные выключатели, коммутаторы, аттенуаторы и фазовращатели.		
ПК.35.В	у3. уметь разрабатывать и исследовать антенно-фидерные устройства систем мобильной связи	Анализ и синтез фазированных антенных решеток. Характеристика направленности эквидистантной антенной решетки. Главные максимумы и явление "ослепления" антенной решетки. Входной импеданс излучателей, расчет мощности и коэффициента усиления антенной решетки. Плоские излучающие раскрыты и массивы излучателей (плоские антенные решетки). Основные определения и исходные соотношения. Теорема эквивалентности и расчет электромагнитного поля антенны с плоским раскрытием. Множитель направленности и КНД прямоугольного раскрытия. Отклонение луча плоского раскрытия при линейном изменении фазового распределения возбуждения. Антенны длинных, средних и коротких волн. Антенны средних (СВ), длинных (ДВ), и сверхдлинных (СДВ) волн. Г- и Т-образные антенны. Распределение тока и напряжения в длинноволновой антенне. Система заземления. П-образная антенна и антенны со многими снижениями. Особенности антенн сверхдлинных волн. Антенна-мачта. Приемные антенны ДВ и СВ: рамочная, ферритовая. Коротковолновые антенны. Особенности конструктивной реализации. Антенны микроволнового диапазона. Многовибраторные антенны, способы питания вибраторов. Несимметричные вибраторы и способы их питания. Щелевые антенны. Полуволновые щелевые антенны, кольцевые щелевые антенны. Частотно-независимые антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот антенны. Принцип построения частотно-независимых антенн,	Курсовая работа Отчет по лабораторной работе.	Экзамен, вопросы 1-50.

		эффект автоматической "отсечки" излучающих токов. Эквиугольные спиральные структуры. Частотно-независимые спиральные антенны. Архимедовские спиральные антенны. Логарифмические широкодиапазонные антенны. Вибраторные логопериодические антенны. Антенны бегущей волны, их общие свойства. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Директорные антенны. Ребристо-стержневые антенны. Апертурные антенны, их общие свойства. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны, секториальные, пирамидальные и конические рупоры. Оптимальные рупоры и их связь с фазовыми искажениями. Линзовые антенны и их принцип действия. Уравнение и характер профиля замедляющей и ускоряющей линзы. Замедляющие радиолинзы с искусственным диэлектриком. Конструкция и параметры ускоряющей металло-пластинчатой линзы. Зонирование линз. Применение радиолинз в рупорных антеннах. Линза Люнеберга. Зеркальные параболические антенны. Распределение поля в раскрыве зеркала. Расчет диаграммы направленности. Конструкции облучателей, эффект "затенения" зеркала. Специальные формы зеркал. Исследование волноводных резонансных многоселевых антенных решеток. Моделирование апертурных антенн. Направленность антенн и её характеристики. Поляризация антенн и её характеристики. Электродинамическая теория излучения элементарных антенн. Объемные сторонние источники электромагнитного поля. Запаздывающие векторные электродинамические потенциалы. Поверхностные сторонние источники электромагнитного поля., Принцип эквивалентности. Поля произвольной системы		
--	--	--	--	--

		токов. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Электромагнитные поля излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах. Фазовый центр, нормированная диаграмма направленности по полю и по мощности. Элементарные излучатели. Электрический диполь (диполь Герца) и параметры его электромагнитного поля. Магнитный диполь и принцип двойственности. Элементарные электрические и магнитные рамки. Элементарный источник однонаправленного излучения. Элемент Гюйгенса. Элементарный турникетный излучатель.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.35.В.

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

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

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.35.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 радиоприемных и радиопередающих устройств

Паспорт экзамена

по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем
мобильной связи», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется из двух вопросов (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиотехники и электроники

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные
устройства систем мобильной связи»

1. Логопериодические вибраторные антенны. Принцип действия, согласование, диаграмма направленности, поляризация.
2. Волноводные щелевые мосты с общей узкой или широкой стенками. Принцип действия, матрица рассеяния.

Утверждаю: зав. кафедрой РПиРПУ _____ д.т.н., проф. А.В. Киселев
(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, не в состоянии интерпретировать результаты математической записи, описывающей анализируемое явление природы в области электродинамики, оценка составляет от 0 до 19 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий с неточностями, может показать причинно-следственные связи явлений с пробелами, нечетко интерпретирует результаты математической записи, оценка составляет от 20 до 27 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный 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, но допускает ошибки при математической записи результатов, оценка составляет от 28 до 34 баллов.

- Ответ на экзаменационный 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 или допускает мелкие погрешности при математической записи, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи»

1. Общие характеристики антенн: диаграмма направленности, комплексный входной импеданс, поляризация, коэффициент направленного действия (КНД), коэффициент полезного действия (КПД), коэффициент усиления (КУ).
2. Измерение комплексного входного импеданса методом Татаринова.
3. Измерение коэффициента отражения методом замещения.
4. Измерение поляризационных характеристик: блок-схема, алгоритм, поляризационная характеристика, поляризационная диаграмма.
5. Многополюсники. Падающие и отраженные волны. Матрица рассеяния, физический смысл её коэффициентов.
6. Коэффициент отражения, вносимые и возвратные потери. Их использование в САПР "CST STUDIO SUITE".
7. Уравнение Халлена. Распределение тока проводимости вдоль плеч диполя.
8. Поле излучения дипольной антенны. Её диаграмма направленности и поляризация.
9. Входное сопротивление дипольной антенны. Симметрирующие устройства.
10. Питание диполя раскрытом прямоугольном волноводе. Диаграмма направленности, поляризация.
11. Волноводное питание диполя через коаксиально-щелевое симметрирующее

устройство. Диаграмма направленности, поляризация.

12. Петлевой диполь (вибратор Пистолькорса), питание кабелем, диаграмма направленности, поляризация.

13. Печатные диполи, механизм излучения, их питание и симметрирование.

14. Поле излучения двух диполей. Теорема перемножения.

15. Линейная система параллельных диполей. Её диаграмма направленности и поляризация.

16. Линейная система коллинеарных диполей. Её диаграмма направленности и поляризация.

17. Турникетный излучатель. Конструкция, диаграмма направленности, поляризация.

18. Кардиоидный излучатель. Конструкция, диаграмма направленности, поляризация.

19. Первая схема Марчанда. Принцип действия. Четвертьволновый «стакан»/«юбка».

20. Вторая схема Марчанда. Принцип действия. Симметрирующая приставка.

21. Третья схема Марчанда. Её кабельная и печатная («ласточкин хвост») реализации.

22. Объемные и печатные директорные антенны. Принцип действия, согласование, диаграмма направленности, поляризация.

23. Логопериодические вибраторные антенны. Принцип действия, согласование, диаграмма направленности, поляризация.

24. Плоские логопериодические антенны. Принцип действия, согласование, диаграмма направленности, поляризация.

25. Излучение магнитного диполя Герца. Принцип взаимозаменяемости полей.

26. Структура доминантной волны TE_{10} , токи на стенках прямоугольного волновода, зоны фрезерования излучающих щелей.

27. Возбуждение излучающих щелей волноводом. Механизм излучения и его поляризация.

28. Волноводно-щелевые антенны с продольными щелями. Принцип действия, обеспечение синфазности магнитных токов в щелях, диаграмма направленности, поляризация.

29. Волноводно-щелевые антенны с наклонными щелями. Принцип действия, обеспечение фазировки магнитных токов в щелях, диаграмма направленности, поляризация.

30. Дроссельно-фланцевые входы волноводно-щелевых антенн. Конструкция, принцип действия.

31. Нерезонансные волноводно-щелевые антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация, эквивалентные схемы.

32. Многолучевые ФАР. Диаграммо-образующая схема Батлера.
33. Многолучевые ФАР. Диаграммо-образующие схемы Бласса и Нолен.
34. Волноводные Е- и Н-тройники. Двойной Т-мост («магическое Т»). Матрицы рассеяния.
35. Шлейфный мост, мост Ланге. Матрицы рассеяния.
36. Тандемный мост, многокаскадные мостовые схемы. Матрицы рассеяния.
37. Полуволновый кольцевой делитель. Реализация, принцип действия, матрица рассеяния.
38. Синфазно-противофазный кольцевой делитель. Реализация, принцип действия, матрица рассеяния.
39. Связанные линии передачи. Их анализ, особенности реализации, матрица рассеяния.
40. Четвертьволновые направленные ответвители и направленные фильтры.
41. Волноводные щелевые мосты с общей узкой или широкой стенками. Принцип действия, матрица рассеяния.
42. Диэлектрические стержневые антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
43. Цилиндрические спиральные антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
44. Конические спиральные антенны. Два способа питания. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
45. Волноводно-рупорные антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
46. Линзовые диэлектрические антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация. Зонирование линз.
47. Металло-пластинчатые линзовые антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
48. Зеркальные параболические антенны. Принцип действия, диаграмма направленности, согласование, главная поляризация и кросс-поляризация.
49. Зеркальные параболические антенны с дисково-дипольным облучателем. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.
50. Зеркальные параболические антенны с волноводно-дипольным облучателем. Принцип действия, диаграмма направленности, поляризация.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем
мобильной связи», 6 семестр

1. Методика оценки.

В рамках курсовой работы по дисциплине студенты должны спроектировать устройство СВЧ или антенну согласно технического задания на проектирование. Обязательные структурные части курсовой работы характеризуются нижеследующим.

Вначале должен быть проведен анализ исходных данных, на основе которого студенты должны обосновать и построить компьютерный облик проектируемого устройства или антенны, а затем провести полномасштабное трёхмерное электродинамическое моделирование устройства или антенны с использованием развернутой в терминальном классе кафедры «Радиоприемные и радиопередающие устройства» системы автоматизированного проектирования микроволновых устройств. При необходимости должна быть проведена нелинейная параметрическая оптимизация спроектированного изделия (т.е., устройства или антенны) по ключевым электрическим и/или конструкционным параметрам.

Затем должны быть проработаны вопросы технологической реализации спроектированного изделия, а также должно быть показано умение смонтировать изделие на заданном объекте установки (кузов автомобиля или тягача, борт летательного аппарата, стационарная или переносная/носимая аппаратура и т. п.) и подключить изделие к источнику сигнала или исполнительному устройству. При этом должно быть учтено, что антенна находится под прямым воздействием неблагоприятных факторов внешней среды (таких как: дождь, снег, иней, пыль, плесневые грибы, насекомые, сидящие на антенне птицы и пр.) в конкретной обстановке с предписанным в техническом задании гололёдно-ветровым районированием территории Российской Федерации.

На всех этапах выполнения курсовой работы должны соблюдаться требования Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД), в том числе указываются страницы использованной литературы, перечень которой должен фигурировать в пояснительной записке к курсовой работе.

Оцениваемые позиции:

- тщательность анализа исходных данных;
- обоснованность выбора компьютерного облика;
- адекватность и приемлемость результатов электродинамического моделирования и параметрической оптимизации;
- глубина проработки вопросов технологической реализации и размещения изделия на объекте установки.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части курсовой работы, практически полностью отсутствует анализ исходных данных, компьютерный облик изделия не обоснован, технологическая реализация описана с существенными

пробелами, подключение изделия к системам объекта установки охарактеризовано небрежно и фрагментарно, оценка составляет от 3 до 9 баллов.

- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части курсовой работы выполнены формально, анализ исходных данных выполнен с пробелами, компьютерный облик изделия недостаточно обоснован (явно просматриваются элементы безразличия к тому или иному фактору обоснования), технологическая реализация описана с серьёзными ошибками, описание подключения изделия к системам объекта установки содержит существенные неточности, оценка составляет от 10 до 13 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ исходных данных выполнен с достаточной глубиной, компьютерный облик изделия обоснован, технологическая реализация описана в основном правильно, описание подключения изделия к системам объекта установки содержит некоторые неточности, оценка составляет от 14 до 17 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ исходных данных выполнен всесторонне, компьютерный облик изделия обоснован с учетом современных тенденций и воззрений, технологическая реализация соответствует современным микроволновым технологиям, подключение изделия к системам объекта установки описано правильно или с мелкими погрешностями, оценка составляет от 18 до 20 баллов.

3. Шкала оценки.

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

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Варианты заданий формируются по последней цифре шифра студента, варьируются от семестра к семестру (во избежание переписывания с потока на поток) и выдаются студенту под роспись. Ниже приводится примерный перечень типовых заданий для выполнения курсовой работы.

- 1) Печатная логопериодическая измерительная антенна.
- 2) Волноводно-щелевая антенна с отклоненным лучом в Н-плоскости.
- 3) Восьмиканальная диаграммообразующая матрица Батлера.
- 4) Связная антенна низкочастотного канала.
- 5) Волноводно-щелевая антенна с узким лучом в Е-плоскости.
- 6) Спиральная спутниковая коническая антенна с верхним питанием.
- 7) Шестиканальная диаграммообразующая матрица Бласса.
- 8) Волноводно-щелевая антенна с отклоненным лучом в Е-плоскости.
- 9) Диэлектрическая коническая антенна.
- 10) Логопериодическая телевизионная антенна.
- 11) Пятиканальная диаграммообразующая матрица Ноленя.
- 12) Волноводно-щелевая антенна с узким лучом в Н-плоскости.
- 13) Связная антенна среднечастотного канала.
- 14) Спиральная цилиндрическая антенна радиорелейной линии связи.
- 15) Пятиканальное разделительно-суммирующее устройство выходного каскада передатчика.
- 16) Зеркальная параболическая антенна с волноводно-дипольным облучателем.
- 17) Рупорная пирамидальная антенна для измерительного приемника СВЧ.
- 18) Волноводный полосовой/режекторный/высокочастотный/низкочастотный фильтр гармоник.
- 19) Зеркальная параболическая антенна с волноводно-щелевым облучателем.
- 20) Двухзеркальная антенна Кассегрена для радиорелейной линии связи.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

- 1) Какова связь элементной базы устройств СВЧ с рабочим диапазоном частот проектируемого изделия?
- 2) Каковы особенности компоновки компьютерного облика проектируемого изделия?
- 3) Охарактеризовать достоинства и недостатки выбранного способа возбуждения антенны.
- 4) В каких случаях можно пренебречь влиянием диссипативных потерь в проводниках и диэлектрике проектируемого устройства?
- 5) Перечислите достоинства и недостатки коаксиальных (тороидальных, цилиндрических, прямоугольных) резонаторов.
- 6) Каковы ограничения на число щелей и их месторасположение в волноводной фазированной антенной решетке?
- 7) Охарактеризовать марки и параметры отечественных фольгированных диэлектриков для печатных антенн.
- 8) В каких случаях рекомендовано применять вакуумное осаждение меди на кристаллические диэлектрические подложки?
- 9) Каковы достоинства и недостатки коаксиальных кабелей и двухпроводных балансных фидеров?
- 10) Почему при моделировании антенн ось Z декартовой (картезианской) системы координат следует направлять вдоль оси диполя?
- 11) В чем заключаются особенности моделирования источников сигнала в системах автоматизированного проектирования микроволновых устройств?
- 12) Охарактеризовать основные этапы технологического процесса фотолитографии.
- 13) Как и почему осуществляется соединение прямоугольных/круглых волноводов между собой в многозвенном устройстве СВЧ?
- 14) Как учитывается наличие высших типов волн при электродинамическом моделировании устройств СВЧ?
- 15) Каковы достоинства и недостатки выбранного в курсовой работе способа защиты антенны от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды?

6. Образец титульного листа пояснительной записки к курсовой работе.

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

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к

курсовой работе по дисциплине
«Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем
мобильной связи» на тему:

**«Зеркальная параболическая антенна с волноводно-дипольным
облучателем»**

Направление подготовки:

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Выполнил:

Студент _____
(Ф.И.О.)

Группа _____

Факультет _____

подпись

«__» _____ 20__ г.

Проверил:

Руководитель от НГТУ _____
(Ф.И.О.)

Балл: _____, ECTS _____,

Оценка _____
«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неуд.»

подпись

«__» _____ 20__ г.

Новосибирск 20__