

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.02 Цифровые системы передачи

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма обучения

очная

Год набора

2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

_____ канд. техн. наук, профессор, Коловский Юрий Васильевич

_____ должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Изучение способов генерирования, формирования и усиления радиочастотных колебаний в радиопередатчиках для цифровой радиосвязи, цифрового эфирного радио и телевизионного вещания, а также изучение типовых структурных схем радиопередатчиков цифровых радиосвязи и телерадиовещания. Знания в этой области необходимы специалисту в области телекоммуникаций, в том числе, по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

1.2 Задачи изучения дисциплины

Цифровой радиосигнал и передаваемая с его помощью аудио-видеоинформация, в нескончаемом ряду аналоговых и цифровых (дискретных) сообщений, занимает особое место. Есть все основания утверждать, что этот вид сигнала обладает наивысшей сложностью структуры и информационной ёмкостью. Передача цифровых радиосигналов по радиоканалу предполагает более высокие энергетические характеристики, по сравнению с другими системами связи. Средства передачи дискретных сообщений (сигналов) занимают особое место в информационных технологиях. Изучаются свойства сигналов конечного характера, а также бесконечных сигналов, предполагающих скачкообразность происходящих в них процессов или отделимость составляющих их элементов. Развитие теории дискретных сообщений обусловлено прогрессом компьютерной техники, необходимостью создания средств формирования, обработки и передачи информации, а также представления различных моделей аудио- видеообразов, на компьютерах, являющихся по своей природе конечными структурами.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-10: Способен к администрированию процесса оценки производительности и контроля использования и производительности сетевых устройств, программного обеспечения информационно-коммуникационной системы	
ПК-10.1: Понимает протоколы канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели взаимодействия открытых систем	перспективы технологий и стандартов протоколы взаимодействия открытых систем определять особенности технических требований к передатчикам цифрового вещания основные энергетические характеристики мощных каскадов передатчика требованиями Норм электромагнитной совместимости упрощенными структурными схемами радиопередатчиков

ПК-10.2: Анализирует корреляции различных параметров при изменениях	классификацию режимов работы усилительных приборов по роду колебаний классификацию режимов работы каскадов усиления
производительности	мощности по степени напряженности основные требования к выходным фильтрующим системам и способы их построения применять устройства сложения мощностей в радиовещательных и телевизионных передатчиках применять способ переноса сформированного COFDM сигнала техническими требованиями к автогенераторам умножение частоты навыком преимущества получения модуляции на промежуточной частоте фильтровым способом
ПК-4: Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы	
ПК-4.1: Понимает архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети	принципы работы на компьютере и в компьютерных сетях компьютерное моделирование устройств осуществлять компьютерное моделирование устройств осуществлять компьютерное моделирование систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях навыками аппаратных средств администрируемой сети
ПК-4.2: Использует современные методы контроля производительности инфокоммуникационных систем	современные методы контроля производительности инфокоммуникационных систем роль и место ЦСП в инфокоммуникационных системах самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях использовать современные методы контроля современными методами контроля производительности инфокоммуникационных систем процессом с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

<p>ПК-4.3: Оценивает производительность критических приложений, наиболее сильно влияющих на производительность сетевых устройств и программного обеспечения в целом</p>	<p>перспективы телекоммуникационных технологий и стандартов нормативные документы, регламентирующие технические требования к телерадиовещательным системам нормативные документы, регламентирующие технические требования к радиопередатчикам для этих систем использовать и находить технические решения на</p>
	<p>базе перспективных телекоммуникационных технологий и стандартов использовать и находить нормативные документы, регламентирующие технические требования, как к телерадиовещательным системам, так и к радиопередатчикам для этих систем навыками внедрения перспективных телекоммуникационных технологий и стандартов нормативными документами, регламентирующие технические требования к телерадиовещательным системам</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	0,5 (18)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основные технические требования к радиопередающим устройствам. Основные нормативные документы. Упрощенные									

<p>1. Роль и место радиопередающего устройства в системах телевизионного и радиовещания. Нормативные документы, регламентирующие технические требования, как к телерадиовещательным системам, так и к радиопередатчикам для этих систем. Основные системные, качественные и эксплуатационные требования к радиопередатчикам для телевидения и радиовещания. Требования Норм электромагнитной совместимости. Методы оценки спектральных характеристик сигналов аналогового и цифрового телерадиовещания, в т.ч. внеполосных и побочных излучений. Особенности технических требований к передатчикам цифрового вещания. Методы оценки качества формирования сигналов цифрового и аналогового телерадиовещания. Упрощенные структурные схемы радиопередатчиков для телевизионного и радиовещания. Структурные схемы с модуляцией на рабочей частоте и с переносом частоты. Невозможность однокаскадного построения современного передатчика. "Горячее" и "холодное" резервирование.</p>	6							
<p>2. Основные технические требования к передатчику и Нормативные документы.</p>			2					
<p>3. Разработка ТЗ к проекты</p>					2			
<p>4. Основные технические требования к радиопередающим устройствам. Основные нормативные документы. Упрощенные структурные схемы радиопередающих устройств.</p>							4	
<p>2. Общие вопросы построения тракта усиления мощности. Основные усилительные приборы, их параметры и статические</p>								

<p>1. Основные технические требования к тракту усиления мощности. Основные энергетические характеристики мощных каскадов передатчика.</p> <p>Современные полупроводниковые приборы для каскадов усиления мощности передатчика: полевые и биполярные транзисторы, интегральные схемы.</p> <p>Основные параметры и статические характеристики современных мощных радиочастотных транзисторов.</p> <p>Современные электровакуумные приборы для каскадов усиления мощности: электронные лампы, пролетные клистроны. Роль и место электровакуумных приборов в радиовещательных и телевизионных передатчиках.</p> <p>Основные параметры и статические характеристики мощных генераторных ламп.</p> <p>Линейная идеализация статических характеристик мощных транзисторов и электронных ламп.</p>	4							
<p>2. Подход к выбору архитектуры и составлению структурной схемы передатчика при его проектировании.</p>			2					
<p>3. Примерные структурные схемы телерадиовещательных передатчиков.</p>					2			
<p>4. Общие вопросы построения тракта усиления мощности. Основные усилительные приборы, их параметры и статические характеристики.</p>							4	
3. Резонансный генератор с внешним возбуждением (ГВВ): принципиальные схемы, принцип действия.								

1. Роль и место резонансного генератора с внешним возбуждением в современных радиовещательных передатчиках. Преимущества и недостатки резонансного построения. Принцип действия, принципиальные схемы и назначение элементов входных и выходных цепей при построении каскадов на генераторных лампах, полевых и биполярных транзисторов.	2							
2. Способы формирования работ и модуляции в телерадиовещательных передатчиках.			2					
3. Выбор способов формирования видов работ при проектировании					2			
4. Резонансный генератор с внешним возбуждением (ГВВ): принципиальные схемы, принцип действия.							6	
4. Классификация режимов работы ГВВ по углу отсечки и степени напряженности. Динамические характеристики.								
1. Классификация режимов работы усилительных приборов по роду колебаний (углу отсечки). Способы обеспечения режимов работы классов А, АВ, В и С. Динамические характеристики каскадов тракта усиления мощности. Принципы построения динамических характеристик. Классификация режимов работы каскадов усиления мощности по степени напряженности. Зависимости режимов работы каскада от изменения напряжений питания, возбуждения, а также эквивалентной нагрузки. Использование метода А.И. Берга для расчета составляющих выходного (анодного, стокового, коллекторного) тока.	4							

2. Способы построения современных синтезаторов частот. Выбор и обоснование способов синтеза всех необходимых для передатчика частот. Выбор элементной базы синтезаторов частот.			2					
3. Классификация режимов работы ГВВ по углу отсечки и степени напряженности. Динамические характеристики.							6	
5. Широкодиапазонные каскады усиления мощности диапазонов ВЧ, ОВЧ и УЧ. Краткие сведения о ключевых режимах								
1. Принцип работы двухтактных схем. Построение широкодиапазонных каскадов усиления мощности на транзисторах на основе двухтактных схем на трансформаторах-линиях. Ключевые режимы работы ГВВ. Применение усилительных модулей, работающих в ключевых режимах класса D и F в радиовещательных передатчиках диапазона СЧ.	4							
2. Современная элементная база для тракта усиления мощности. Выбор усилительных приборов и предварительный расчет тракта усиления мощности проектируемого передатчика.					2			
3. Широкодиапазонные каскады усиления мощности диапазонов ВЧ, ОВЧ и УЧ.							2	
6. Пассивные устройства согласования, фильтрации и сложения мощностей								

1. Назначение выходных и междукаскадных цепей фильтрации в тракте усиления мощности передатчика. Основные требования к выходным фильтрующим системам и способы их построения. Проблематика построения цепей междукаскадного согласования, а также проблематика согласования передатчика с антенной. Применение устройств сложения мощностей в радиовещательных и телевизионных передатчиках. Принципы работы и способы построения устройств сложения мощностей.	4							
2. Выбор и обоснование режимов работы усилительных приборов в тракте усиления мощности проектируемого передатчика.			2					
3. Режимы работы каскадов усиления мощности.					2			
4. Пассивные устройства согласования, фильтрации и сложения мощностей							6	
7. Автогенераторы (АГ): условия самовозбуждения АГ, опорные автогенераторы и автогенераторы, управляемые по частоте								
1. Технические требования к автогенераторам. Роль и место автогенераторов в радиопередатчике. Принцип действия, условия самовозбуждения и принципиальная схема трехточечного автогенератора на транзисторе. Факторы, влияющие на стабильность частоты автогенератора и способы снижения их влияния. Термостатирование и термокомпенсация. Кварцевые резонаторы и их свойства. Кварцевые автогенераторы. Управление частотой автогенератора. Принцип действия и принципиальная схема автогенератора, управляемого по частоте (генератора, управляемого напряжением).	4							

2. Расчет режимов работы и цепей питания каскадов тракта усиления мощности. Расчет и выбор пассивных компонентов.			2					
3. Расчет режимов работы и цепей питания каскадов тракта усиления мощности. Расчет и выбор пассивных компонентов.					2			
4. Автогенераторы (АГ)							2	
8. Синтезаторы частот прямого цифрового, прямого аналогового и косвенного типов.								
1. Синтезаторы частот прямого цифрового, прямого аналогового и косвенного типов.							2	
2. Технические требования к синтезаторам частот телевизионных и радиовещательных передатчиков. Роль и место синтезатора частот в радиопередатчике. Прямой цифровой синтез частот: принцип действия, основные преимущества и недостатки. Системы автоматической подстройки частоты (АПЧ). Принцип действия, структурные схемы, основные требования к элементам. Косвенный метод синтеза частот на основе систем АПЧ. Принципы построения синтезаторов с целочисленными и дробными коэффициентами деления. Достоинства и недостатки косвенного синтеза частот. Краткие сведения о приемах прямого аналогового синтеза частот. Умножение частоты.	4							
3. Порядок разработки выходной фильтрующей системы передатчика и цепей междукаскадной связи тракта усиления мощности.			2					
4. Цепи фильтрации и согласования в тракте усиления мощности передатчика					2			

9. Основные способы формирования сигналов в передатчиках.								
1. Способы формирования COFDM сигналов, используемых при цифровом телевизионном и радиовещании: краткие сведения о структуре передаваемого цифрового потока, необходимом количестве поднесущих и способах их модуляции; основные этапы алгоритма формирования COFDM сигналов в процессорном блоке. Способы переноса сформированного COFDM сигнала на рабочую, либо промежуточную радиочастоту. Способы получения частотной модуляции в аналоговых радиовещательных передатчиках. Особенности формирования комплексного стереосигнала. Способы получения амплитудной модуляции в мощных радиовещательных передатчиках. Основные преимущества и принципы реализации анодно-экранной (анодной, стоковой, коллекторной) модуляции в мощных радиовещательных передатчиках. Способы получения амплитудной (однополосной) модуляции в тракте изображения передатчиков аналогового телевидения. Преимущества получения модуляции на промежуточной частоте фильтровым способом	4							
2. Транзисторные автогенераторы. Порядок проектирования автогенератора. Выбор пассивных элементов.			2					
3. Транзисторные автогенераторы.					2			
4. Основные способы формирования сигналов в передатчиках.							2	
10. Типовые структурные схемы передатчиков.								

1. Структурные схемы передатчиков цифрового вещания с трактом линейного усиления мощности (диапазонов СЧ, ВЧ, ОВЧ).			2					
2. Способы линеаризации и повышения КПД.					2			
3. Типовые структурные схемы передатчиков.							2	
Всего	36		18		18		36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Гордиенко В. Н., Тверецкий М. С. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник(Москва: Горячая линия - Телеком).
2. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 - "Телекоммуникации" и направлению подготовки бакалавров 210700 - "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"(Москва: Горячая линия - Телеком).
3. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
4. Боридько С. И., Дементьев Н. В., Тихонов Б. Н., Ходжаев И. А. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах(Москва: Горячая линия-Телеком).
5. Петухов В. М. Зарубежные транзисторы и их аналоги: Т. 3: каталог : в 5-ти т.(Москва: РадиоСофт).
6. Петухов В. М. Транзисторы и их зарубежные аналоги. Полевые и высокочастотные биполярные транзисторы средней и большей мощности: Т. 3: каталог: в 4-х т.(Москва: РадиоСофт).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Студенческие версии систем схемотехнического моделирования типа MicroCAP 9.0.7.0 demo, EWB, AWR MO и т.п., а также пакеты для выполнения математических операций и вычислений, таких, как Math Cad. Определяется вузами самостоятельно.
2. Программы-симуляторы для подготовки к выполнению лабораторных работ.
3. Программный комплекс для электронного тестирования студентов с необходимым банком тестовых заданий.
4. Системы проектирования LabVIEW; MahtCAD; MahtLab; Компас-3D.
5. Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, электронный учебно-методический комплекс дисциплины, виртуальный (сетевой, дистанционный лабораторный практикум) и т.п., созданные сотрудниками и преподавателями вуза.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Свободный доступ в сеть Интернет, в т.ч. к электронным реферативным базам данных, включающим научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей (в том числе и для российских авторов);
2. Доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов;
3. предметные коллекции (охват более 1800 названий журналов).

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;

Компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.