МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26		26	часов
Практические занятия	18		18	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
Курсовой проект		14	14	часов
Самостоятельная работа	12	58	70	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	72	180	часов
	3	2	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	5
Курсовой проект	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 57063

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» является изуче- ние методов создания первичных колебаний с необходимой стабильностью частоты, с требуемым видом модуляции и качественными показателями, с требуемой мощностью выходного сигнала.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов создания первичных колебаний с необходимой стабильностью частоты, с требуемым видом модуляции и качественными показателями, с требуемой мощностью выходного сигнала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.09.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств генерирования и формирования сигналов (в том числе и микроволновых)
	ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей и узлов устройств генерирования и формирования сигналов (в том числе и микроволновых)
	ПКР-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем устройств генерирования и формирования сигналов (в том числе и микроволновых)

Согласована на портале № 57063

ПКС-1. Способен разрабатывать, проектировать, исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям радиосвязи различного назначения	ПКС-1.1. Знать методики разработки, проектирования и исследования микроволновых радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям радиосвязи различного назначения	Знать методики разработки, проектирования и исследования микроволновых радиоэлектронных устройств генерирования и формирования сигналов
	ПКС-1.2. Уметь применять методики разработки, проектирования и исследования микроволновых радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям радиосвязи различного назначения	Уметь применять методики разработки, проектирования и исследования микроволновых устройств генерирования и формирования сигналов
	ПКС-1.3. Владеть навыками эксплуатации и методиками разработки, проектирования и исследования микроволновых радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям радиосвязи различного назначения	Владеть навыками эксплуатации и методиками разработки, проектирования и исследования микроволновых устройств генерирования и формирования сигналов

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	74	60	14
Лекционные занятия	26	26	
Практические занятия	18	18	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовой проект	14		14

Согласована на портале № 57063

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	70	12	58
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	3	
Подготовка к тестированию	4	4	
Написание отчета по лабораторной работе	1	1	
Подготовка к письменному опросу	1	1	
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	2	
Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	1	1	
Написание отчета по курсовому проекту	58		58
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	180	108	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	3	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	6	6	4	-	4	20	ПКР-3
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	8	4	4	-	6	22	ПКР-3
3 Модуляция в современных РПдУ	12	8	8	-	2	30	ПКР-3, ПКС-1
Итого за семестр	26	18	16	0	12	72	
6 семестр							
4 Проектирование радиопередатчика	-	-	-	14	58	72	ПКР-3, ПКС-1
Итого за семестр	0	0	0	14	58	72	
Итого	26	18	16	14	70	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 57063

1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Классификация режимов работы ГВВ по углу отсечки, по напряжённости режима активного элемента. Структурная схема ГВВ. Динамические характеристики ГВВ. Недонапряжённый,критический и перенапряжён- ный режимы работы генератора. Ключевой режим. Нагрузочные характеристики ГВВ. Особенности инженерного расчета режимов и характеристик транзисторных ГВВ с учётом инерционных явлений.	6	ПКР-3
	Итого	6	
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	Обобщенная трёхточечная схема автогенератора. Выбор режима генераторного прибора. Автогенераторы на двухполюсниках с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Схемы автогенераторов с кварцевой стабилизацией частоты и особенности их расчета. Фазовая автоподстройка частоты(ФАПЧ). Методы синтеза сетки дискретных частот. Синтезаторы частот с ФАПЧ. Прямой цифровой синтез частот. Особенности формирования радиосигналов возбудителя РПдУ различного назначения.	8	ПКР-3
	Итого	8	
3 Модуляция в современных РПдУ	Классификация видов модуляции, основные характеристики радиосигналов. Формирование радиосигналов с амплитудной модуляцией. Статические модуляционные характеристики. Основные энергетические показатели каскадов при амплитудной модуляции. Схемы амплитудной модуляции. Усиление модулированных сигналов. Динамические модуляционные характеристики, искажения при амплитудной модуляции и их коррекция. Методы формирования сигналов с одной боковой полосой частот (ОБП). Основные элементы устройств формирования сигналов с ОБП. Интегральные схемы балансных модуляторов. Особенности усиления сигналов с ОБП. Методы формирования сигналов с частотной и фазовой модуляцией, схемы и их сравнительные характеристики. Квадратурная модуляция. Амплитудно-фазовая манипуляция. Цифровые методы модуляции в РПдУ: QAM-N, COFDM, GMSK и др.	12	ПКР-3
	Итого	12	
	Итого за семестр	26	

Согласована на портале № 57063

6 семестр			
4 Проектирование радиопередатчика	1. Разработка структурной схемы 2. Расчёт отдельных каскадов радиопередатчика 3. Оформление принципиальной схемы и пояснительной записки	-	ПКР-3, ПКС-1
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	2	6	ПКР-3
	Итого	6	
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	3	4	ПКР-3
	Итого	4	
3 Модуляция в современных РПдУ	4	8	ПКР-3, ПКС-1
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Нагрузочные характеристики ГВВ	4	ПКР-3
	Итого	4	
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	Исследование схем автогенераторов	4	ПКР-3
	Итого	4	
3 Модуляция в современных РПдУ	Исследование схем модуляторов радиопередатчиков	8	ПКР-3
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Согласована на портале № 57063

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр		
Расчёт отдельных каскадов радиопередатчика	14	ПКР-3, ПКС-1
Итого за семестр	14	
Итого	14	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование радиопередатчика с амплитудной модуляцией
2. Проектирование радиопередатчика с частотной модуляцией
3. Проектирование радиопередатчика с однополосной модуляцией
4. Проектирование радиопередатчика для цифровой радиосвязи
5. Проектирование радиопередатчика для цифрового телевидения

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-3	Тестирование
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к письменному опросу	1	ПКР-3	Письменный опрос
	Итого	4		
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Защита отчета по лабораторной работе
	Выполнение расчетной / расчетно-графической работы	1	ПКР-3	Расчетная / расчетно-графическая работа
	Итого	6		
3 Модуляция в современных РПдУ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-3, ПКС-1	Тестирование
	Итого	2		
Итого за семестр		12		

Согласована на портале № 57063

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
6 семестр				
4 Проектирование радиопередатчика	Написание отчета по курсовому проекту	58	ПКР-3, ПКС-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	58		
Итого за семестр		58		
Итого		106		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ПКР-3	+	+	+	+	+	Курсовой проект, Защита отчета по лабораторной работе, Письменный опрос, Отчет по курсовому проекту, Лабораторная работа, Расчетная / расчетно-графическая работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
ПКС-1	+	+		+	+	Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	2	3	5	10
Письменный опрос	2	3	5	10
Лабораторная работа	2	3	5	10
Расчетная / расчетно-графическая работа	2	3	15	20
Тестирование	2	3	5	10
Отчет по лабораторной работе	2	3	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	12	18	40	100
Нарастающим итогом	12	30	70	100

Согласована на портале № 57063

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Отчет по курсовому проекту	20	30	50	100
Итого максимум за период	20	30	50	100
Нарастающим итогом	20	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-5532-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/142372 .

2. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: Учебник. – НГТУ, 2005, часть 1, 480 с. (31), часть 2, 548 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Устройства формирования сигналов: Учебное методическое пособие / А. Д. Бордус, Г. Д. Казанцев, А. М. Пороховниченко, А. Г. Ильин - 2012. 140 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2518.

Согласована на портале № 57063

2. Устройства формирования сигналов. Часть 2. Модуляция: Учебное пособие / А. Д. Бордус - 2012. 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2517.

3. Технологии цифрового телевизионного вещания в стандартах DVB : Учебно-методическое пособие / А. Г. Ильин - 2018. 113 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7180.

4. Устройства генерирования и формирования сигналов: Методическое пособие по практическим занятиям и проверочные тесты / А. Д. Бордус, Г. Д. Казанцев, А. Г. Ильин - 2012. 44 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2519.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Зырянов, Ю. Т. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи : учебное пособие для вузов / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-9236-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/189348 .

2. Гарматюк, С. С. Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов : учебное пособие / С. С. Гарматюк. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 672 с. — ISBN 978-5-94074-796-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4146 .

3. Устройства формирования и генерирования сигналов: Руководство для выполнения лабораторных работ / А. Д. Бордус, Г. Д. Казанцев, А. Г. Ильин - 2012. 46 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2520.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий

Согласована на портале № 57063

лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2007;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2007;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых

Согласована на портале № 57063

работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2007;
- TALGAT2016;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного

Согласована на портале № 57063

просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ).	ПКР-3	Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Автогенераторы. Синтезаторы частот. Возбудители радиопередающих устройств.	ПКР-3	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Расчетная / расчетно-графическая работа	Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Модуляция в современных РПдУ	ПКР-3, ПКС-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Проектирование радиопередатчика	ПКР-3, ПКС-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

Согласована на портале № 57063

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.

Согласована на портале № 57063

5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Определите мощность, рассеиваемую анодом лампы усилителя, если мощность питания анодной цепи равна 5 кВт, мощность в нагрузке 4 кВт, амплитуда анодного напряжения 3 кВ, резонансное сопротивление ненагруженного анодного контура равно 20 кОм.
   Варианты ответов: 775 Вт. 7,75 Вт . 77 Вт. 75 Вт.
2. Определите амплитуду тока в контуре, если амплитуда напряжения на контуре равна 10 кВ, емкость контура равна 500 пФ, резонансная частота 2 МГц. Варианты ответов: : 63 А. 3 А . 6,3 А . 0,63 А.
3. Усилитель работает на колебательную систему с резонансным сопротивлением 90 Ом. Измерены: постоянная составляющая коллекторного тока 0,2 А, напряжение питания коллекторной цепи 35 В, амплитуда коллекторного напряжения 30 В. Определите электронный КПД . Варианты ответов: 0,71 0,5 0,94 0,3.
4. Определите мощность в нагрузке усилителя, если колебательная мощность 84 Вт, эффективное значение тока контура 2 А, сопротивление потерь контура 4 Ом. Варианты ответов: 68 Вт, 8 Вт 6 Вт, 6,8 Вт.
5. Определите КПД генератора, если напряжение питания коллектора равно 20 В, постоянная составляющая тока коллектора 1,5 А, резонансное сопротивление нагруженного контура 7,6 Ом, эффективное напряжение на контуре 13,5 В, мощность в нагрузке 21,6 Вт. Варианты ответов: 0,72 0,2 0,52 0,79.
6. Перестраиваемые генераторы, управляемые напряжением (ГУН), выполняют по схеме:… Варианты ответов: 1) Ёмкостной трёхточки с контуром между коллектором и базой. 2) Индуктивной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором. 3) Ёмкостной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором. 4) Индуктивной трёхточки с контуром между коллектором и базой.
7. Радиопередающее устройство – комплекс радиотехнических средств, предназначенный для преобразования энергии:... Варианты ответов: 1) источника питания в энергию ВЧ-колебаний используя внешнее возбуждение на входе. 2) источника питания в энергию ВЧ- колебаний без внешнего воздействия. 3) внешнего возбуждения в энергию ВЧ-колебаний. 4) источников питания в энергию ВЧ-колебаний и управления этими колебаниями с целью передачи информации.
8. В каком режиме работает генератор с внешним возбуждением, если колебательный контур в цепи транзистора настроен на $n \geq 2$ гармонику импульсов коллекторного тока. Варианты ответов: 1) усилитель мощности. 2) автогенератор. 3)синтезатор частоты. умножитель частоты.
9. Постоянная составляющая тока коллектора равна 1А, Uк = 25 В, Ек = 27 В, угол отсечки коллекторного тока 90 градусов. Определите мощность, рассеиваемую коллектором: Варианты ответов: 7,4 Вт . 7,1 Вт. 4,4 Вт. 0,4 Вт
10. Транзисторный генератор потребляет ток 0,8 А при напряжении питания 25 В. Мощность потерь в транзисторе равна 4 Вт, из них 1 Вт составляют потери в цепи базы. Определите колебательную мощность при коэффициенте использования коллекторного напряжения. Варианты ответов: 0,9: 17 Вт . 1,7 Вт. 170 Вт . 0,17 Вт

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Структурная схема и основные параметры передатчика с амплитудной модуляцией
2. Структурная схема основные параметры передатчика с частотной модуляцией
3. Структурная схема генератора с внешним возбуждением. Назначение цепей согласования
4. Транзисторный генератор с внешним возбуждением в режиме с отсечкой коллекторного тока. Оптимальные углы отсечки

Согласована на портале № 57063

5. Баланс мощностей в выходной цепи генератора с внешним возбуждением

6. Баланс мощностей во входной цепи генератора с внешним возбуждением. Цепь автоматического базового смещения
7. Динамические характеристики генератора с внешним возбуждением
8. Режимы работы генератора с внешним возбуждением.
9. Динамические характеристики для недонапряженного, критического и перенапряженного режимов генератора с внешним возбуждением
10. Нагрузочные характеристики генератора с внешним возбуждением
11. Зависимости амплитуды переменного напряжения на коллекторе и первой гармоники коллекторного тока от величины сопротивления коллекторной нагрузки
12. Зависимости мощностей от величины сопротивления коллекторной нагрузки
13. Настроечные характеристики ГВВ
14. Влияние питающих напряжений на режим ГВВ.
15. Статические модуляционные характеристики при базовой и коллекторной модуляции
16. Коэффициент полезного действия контура
17. Коэффициент использования коллекторного напряжения в критическом режиме.
18. Преимущества и недостатки режима транзистора с отсечкой коллекторного тока
19. Основные требования к контуру в коллекторной цепи транзистора. Основные параметры контура.
20. Нарисуйте согласованные по фазе импульсы коллекторного тока и напряжения на коллекторе в режиме утроения частоты. Как влияет добротность контура на форму коллекторного напряжения?
21. Расчет элементов цепей питания и смещения в генераторе с внешним возбуждением
22. Основные требования к цепям согласования (ЦС).
23. Частичное включение контура в коллекторную цепь транзистора
24. Схемы связи контура с нагрузкой.
25. Г-образные и П-образные цепи согласования
26. Транзисторные умножители частоты
27. Параллельное и двухтактное включение активных элементов в усилителях мощности.
28. Условия самовозбуждения и стационарного режима автогенераторов. Схема автогенератора на биполярном транзисторе.
29. Эквивалентные трёхточечные схемы автогенераторов
30. Стабильность частоты автогенераторов
31. Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов. Эквивалентная схема и параметры кварца.
32. Основные параметры синтезаторов стабильных частот
33. Пассивные синтезаторы частот (метод прямого синтеза)
34. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты (косвенный метод)
35. Цифровые синтезаторы стабильных частот.
36. Базовая модуляция смещением. Форма коллекторного напряжения за период модулирующего сигнала. Коэффициент полезного действия. Схема, СМХ.
37. Коллекторная модуляция. Форма коллекторного напряжения за период модулирующего сигнала. Коэффициент полезного действия. Схема, СМХ.
38. Однополосная модуляция. Фильтровый метод. Метод повторной балансной модуляции
39. Однополосная модуляция. Фазокомпенсационный метод
40. Прямые методы частотной модуляции
41. Косвенные методы частотной модуляции.
42. Квадратурная модуляция
43. схемы балансных модуляторов на диодах.
44. Транзисторные схемы балансных модуляторов.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Объяснить по структурной схеме назначение отдельных каскадов и их основные параметры.

Согласована на портале № 57063

2. Объяснить вид а параметры статической модуляционной характеристики.
3. Как обеспечиваются требования к электромагнитной совместимости?
4. От чего зависит коэффициент полезного действия радиопередатчика?
5. Как обеспечиваются требования к стабильности рабочей частоты радиопередатчика?

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Проектирование радиопередатчика с амплитудной модуляцией
2. Проектирование радиопередатчика с частотной модуляцией
3. Проектирование радиопередатчика с однополосной модуляцией
4. Проектирование радиопередатчика для цифровой радиосвязи
5. Проектирование радиопередатчика для цифрового телевидения

9.1.5. Примерный перечень вопросов для письменного опроса

1. Транзисторные схемы балансных модуляторов.
2. Схемы балансных модуляторов на диодах.
3. Квадратурная модуляция
4. Косвенные методы частотной модуляции.
5. Прямые методы частотной модуляции
6. Однополосная модуляция. Фазокомпенсационный метод

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Нагрузочные характеристики ГВВ
2. Исследование схем автогенераторов
3. Исследование схем модуляторов радиопередатчиков

9.1.7. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Настроечные характеристики ГВВ
2. Нагрузочные характеристики ГВВ
3. Схема каскада с базовой модуляцией
4. Схема кварцевого автогенератора
5. Формы импульсов коллекторного тока

9.1.8. Примерный перечень вариантов (заданий) для расчетных / расчетно-графических работ

1. Расчёт ГВВ в режиме усиления мощности
2. Расчёт каскада с коллекторной модуляцией
3. Расчёт каскада с базовой модуляцией
4. Расчёт каскада с частотной модуляцией
5. Расчёт цепей согласования

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими

Согласована на портале № 57063

научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

Согласована на портале № 57063

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 57063

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 59 от «28» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	А.Г. Ильин	Разработано, 62a36ae8-7403-45fc-a1cc-a778d78acb5f

Согласована на портале № 57063