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

СИГНАЛЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	36	часов
Практические занятия	10	10	20	часов
Лабораторные занятия	8	8	16	часов
Самостоятельная работа	36	36	72	часов
Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	108	180	часов
	2	3	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3
Экзамен	4

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 № 54301

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины "Сигналы электросвязи" (СЭ) является изучение общих принципов описания радиотехнических сигналов и цепей; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования сигналов и цепей, в их единстве и взаимосвязи; освоение методов расчета параметров сигналов и цепей; понимание принципов работы основных функциональных узлов радиоаппаратуры.

2. В результате изучения настоящей дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ процессов передачи, приема и обработки сигналов, происходящих в системах связи. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для грамотной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной.

1.2. Задачи дисциплины

1. Основной задачей дисциплины является освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины "Сигналы электросвязи" способствует формированию у студентов соответствующих общепрофессиональных компетенций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.О.17.

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		

Согласована на портале № 54301

ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знает математические модели аналоговых и цифровых сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, понимает основные преобразования в математических моделях и физических процессах, выполняемых при формировании и обработке сигналов
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области формирования и обработки сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеет практическими навыками решения задач, связанными с расчетом основных характеристик аналоговых и цифровых сигналов и цепей и их моделей
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных при измерении характеристик сигналов, используемых в системах связи
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований при измерении параметров телекоммуникационных сигналов и электрических цепей
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований при измерении характеристик телекоммуникационных сигналов, имеет опыт обработки и представления полученных данных
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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

Согласована на портале № 54301

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	36	36
Лекционные занятия	36	18	18
Практические занятия	20	10	10
Лабораторные занятия	16	8	8
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	36	36
Подготовка к зачету	14	14	
Подготовка к тестированию	30	12	18
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	10	18
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость (в часах)	180	72	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	2	3

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.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Общие сведения о системах и сигналах электросвязи	2	-	-	2	4	ОПК-1
2 Характеристики детерминированных сигналов	5	6	8	16	35	ОПК-1, ОПК-2
3 Сигналы в линейных электрических цепях	3	4	-	8	15	ОПК-1, ОПК-2
4 Дискретные сигналы и цепи	6	-	-	8	14	ОПК-1
5 Амплитудная модуляция	2	-	-	2	4	ОПК-1
Итого за семестр	18	10	8	36	72	
4 семестр						
6 Нелинейные цепи и методы их анализа	11	6	8	24	49	ОПК-1, ОПК-2
7 Генерирование гармонических колебаний	5	2	-	6	13	ОПК-1
8 Модулированные сигналы	2	2	-	6	10	ОПК-1
Итого за семестр	18	10	8	36	72	
Итого	36	20	16	72	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)

Согласована на портале № 54301

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Общие сведения о системах и сигналах электросвязи	Основные понятия и определения. Основные преобразования сигналов в системах связи. Классификация сигналов. Базовые модели сигналов	2	ОПК-1
	Итого	2	
2 Характеристики детерминированных сигналов	Энергетические характеристики сигналов.Корреляционные характеристики сигналов. Разложение произвольного сигнала по заданной системе функций. Динамическое представление сигналов. Гармонический анализ периодических колебаний. Спектры простейших периодических колебаний. Распределение мощности в спектре периодического колебания. Гармонический анализ непериодических колебаний. Энергетические характеристики непериодических сигналов. Теоремы о спектрах. Определение спектров непериодических колебаний на примере одиночного импульса. Представление сигналов на плоскости комплексной переменной. Обратное преобразование Лапласа	5	ОПК-1
	Итого	5	
3 Сигналы в линейных электрических цепях	Модели линейной электрической цепи (ЛЭЦ). Алгебраизация уравнения электрического равновесия. Временные характеристики цепей. Прохождение периодических сигналов через линейные цепи (метод комплексных амплитуд). Операторный метод расчета отклика на выходе линейной цепи при произвольном непериодическом воздействии	3	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 54301

4 Дискретные сигналы и цепи	Дискретизация сигналов. Дискретизация сигналов в частотной области. Дискретизация сигналов во временной области. Представление сигнала в виде ряда Котельникова. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Прямое и обратное Z-преобразования. Алгоритмы работы цифровых фильтров. Системные функции и структурные схемы ЦФ. Синтез ЦФ методом билинейного Z-преобразования передаточной функции известного аналогового фильтра-прототипа. Синтез ЦФ по импульсной характеристике известного аналогового фильтра-прототипа. Синтез ЦФ методом билинейного Z-преобразования по заданной АЧХ цифрового фильтра. Примеры фильтров низких частот	6	ОПК-1
	Итого	6	
5 Амплитудная модуляция	Общие сведения. Тональная амплитудная модуляция гармонического несущего колебания. Энергетические характеристики АМ−сигнала. Амплитудная модуляция произвольным периодическим и непериодическим сигналами. Балансная и однополосная модуляция. Амплитудно-импульсная модуляция	2	ОПК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	18	
4 семестр			
6 Нелинейные цепи и методы их анализа	Нелинейные элементы. Аппроксимация нелинейных характеристик. Воздействие гармонических колебаний на цепи с безынерционными нелинейными элементами. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты. Амплитудное ограничение. Нелинейная цепь с фильтрацией постоянного тока (выпрямление). Амплитудное детектирование. Квадратичное детектирование. Линейное детектирование. Частотное и фазовое детектирование. Детектирование частотно-модулированных сигналов. Детектирование фазо-модулированных сигналов. Преобразование частоты сигнала. Синхронное детектирование. Получение амплитудно-модулированных колебаний	11	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	11	

Согласована на портале № 54301

7 Генерирование гармонических колебаний	Автоколебательная система. Возникновение колебания в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора. Баланс фаз. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения. Примеры схем автогенераторов. Нелинейное уравнение автогенератора. Автогенераторы с внутренней обратной связью. Автогенератор с линией задержки в цепи обратной связи. Регенерация. Захватывание частоты. RC-Генераторы	5	ОПК-1
	Итого	5	
8 Модулированные сигналы	Угловая модуляция. Общие сведения. Тональная угловая модуляция. Сигналы с малым индексом угловой модуляции. Спектр сигнала с угловой тональной модуляцией при произвольном индексе. Угловая модуляция сигналом сложной формы. Квадратурная амплитудная модуляция. Угловая модуляция в автогенераторе	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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
3 семестр			
2 Характеристики детерминированных сигналов	Физические характеристики сигналов	2	ОПК-1
	Спектральный анализ периодических сигналов	2	ОПК-1
	Спектральный анализ непериодических сигналов	2	ОПК-1
	Итого	6	
3 Сигналы в линейных электрических цепях	Частотные и временные характеристики линейных цепей	2	ОПК-1, ОПК-2
	Расчет сигнала на выходе линейной цепи (операторный метод)	2	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		10	
4 семестр			

Согласована на портале № 54301

6 Нелинейные цепи и методы их анализа	Аппроксимация ВАХ нелинейных элементов	2	ОПК-1
	Спектральный анализ сигналов в нелинейной цепи	2	ОПК-1
	Расчет колебательных характеристик	2	ОПК-1
	Итого	6	
7 Генерирование гармонических колебаний	Расчет характеристик автогенератора	2	ОПК-1
	Итого	2	
8 Модулированные сигналы	Расчет модуляционных характеристик	2	ОПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
Итого		20	

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
3 семестр			
2 Характеристики детерминированных сигналов	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	4	ОПК-1, ОПК-2
	Исследование спектров управляющих сигналов	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
4 семестр			
6 Нелинейные цепи и методы их анализа	Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты	4	ОПК-1, ОПК-2
	Амплитудный модулятор	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

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

Согласована на портале № 54301

3 семестр				
1 Общие сведения о системах и сигналах электросвязи	Подготовка к зачету	1	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	2		
2 Характеристики детерминированных сигналов	Подготовка к зачету	4	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Итого	16		
3 Сигналы в линейных электрических цепях	Подготовка к зачету	4	ОПК-1, ОПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование
	Итого	8		
4 Дискретные сигналы и цепи	Подготовка к зачету	4	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-1	Тестирование
	Итого	8		
5 Амплитудная модуляция	Подготовка к зачету	1	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	2		
Итого за семестр		36		
4 семестр				
6 Нелинейные цепи и методы их анализа	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	18	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Итого	24		
7 Генерирование гармонических колебаний	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1	Тестирование
	Итого	6		
8 Модулированные сигналы	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

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

Согласована на портале № 54301

занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ОПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, 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
3 семестр				
Зачёт	0	0	0	0
Лабораторная работа	0	20	40	60
Тестирование	15	15	10	40
Итого максимум за период	15	35	50	100
Нарастающим итогом	15	50	100	100
4 семестр				
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	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)

Согласована на портале № 54301

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. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Н. А. Каратаева - 2012. 261 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798.
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Н. А. Каратаева - 2012. 257 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799.
3. Радиотехнические цепи и сигналы: Курс лекций / В. А. Краковский, Д. С. Брагин - 2018. 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7162.

7.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов / С. И. Баскаков. - 5-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2005. - 462[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 457-458. -Предм. указ.: с. 459-462. - ISBN 5-06-003843-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 301 экз.).
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : Учебное пособие для вузов / В. И. Каганов. - М. : ФОРУМ, 2005 ; М. : Инфра-М, 2005. - 431[1] с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 423-426. - ISBN 5-8199-0151-7. - ISBN 5-16-002157-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.).
3. Спектры и анализ: Учебное пособие / С. А. Татаринов, В. Н. Татаринов - 2012. 323 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1490.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Н. А. Каратаева, П. С. Киселев - 2012. 34 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790.
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника: Учебное методическое пособие / В. Л. Каминский, Л. И. Тельпуховская - 2012. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791.
3. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания по организации самостоятельной работы / С. И. Богомолов - 2012. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638.
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Н. А. Каратаева, С. И. Богомолов - 2013. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / С. И. Богомолов, В. Л. Каминский - 2013. 29 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418.

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;

Согласована на портале № 54301

– 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

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 305 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Радиотехнические цепи и сигналы": 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, 314а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС - 8 шт.;
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 - 8 шт.;
- Осциллограф Keysight - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- LibreOffice;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Microsoft Windows 8.1 и ниже;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;

Согласована на портале № 54301

- PTC Mathcad 13, 14;
- Qucs;
- ScicosLab;
- Scilab;
- Velleman PcLab2000LT;
- WinDjView;

8.4. 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.

8.5. 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 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)

Согласована на портале № 54301

1 Общие сведения о системах и сигналах электросвязи	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Характеристики детерминированных сигналов	ОПК-1, ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Сигналы в линейных электрических цепях	ОПК-1, ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Дискретные сигналы и цепи	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Амплитудная модуляция	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Нелинейные цепи и методы их анализа	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Генерирование гармонических колебаний	ОПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Модулированные сигналы	ОПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Согласована на портале № 54301

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.
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. Какой вид имеет спектральная диаграмма периодического сигнала?
   а) Непрерывный
   б) Экспоненциальный
   в) Дискретный
   г) Гармонический
2. При прохождении периодического сигнала через линейную цепь НЕ изменяются?
   а) Амплитуды гармоник
   б) Фазы гармоник
   в) Частоты гармоник
   г) Форма сигнала
3. При амплитудной модуляции изменяется?
   а) Частота несущего колебания
   б) Фаза несущего колебания
   в) Амплитуда несущего колебания
   г) Форма сигнала

Согласована на портале № 54301

4. Ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала равна?
   а) Частоте несущего колебания
   б) Частоте модулирующего колебания
   в) Удвоенному значению частоты несущего колебания
   г) Удвоенному значению частоты модулирующего колебания
5. Спектр дискретизированного сигнала можно рассчитать?
   а) С помощью коэффициентов ряда Фурье
   б) С помощью интеграла Фурье
   в) С помощью дискретного преобразования Фурье
6. Как изменяется спектральная плотность непериодического сигнала при уменьшении его длительности
   а) Не изменяется
   б) Увеличивается модуль спектральной плотности
   в) Уменьшается модуль спектральной плотности и увеличивается ширина спектра
7. Какой вид аппроксимации необходимо использовать для расчета спектра тока НЭ при больших амплитудах воздействующего сигнала?
   а) Полиномиальную
   б) Экспоненциальную
   в) Кусочно-линейную
8. Какую форму имеет ток НЭ при больших амплитудах воздействия и кусочно-линейной аппроксимации?
   а) Прямоугольные импульсы
   б) Синусоидальные колебания
   в) Экспонента
   г) Косинусоидальные импульсы
9. На НЭ с квадратичной вольт-амперной характеристикой i=a0+a1*U+a2U^2 воздействуют два гармонических колебания с частотами, соответственно, w1 и w2. Спектр тока будет иметь частоты:
   а) ω1 и ω2
   б) 2ω1 и 2ω2
   в) ω1; ω2; 2ω1;2ω2; ω1+ ω2; ω1- ω2 1
10. Какие гармоники при угле отсечки тока НЭ равном 900 обращаются в ноль?
    а) Четные
    б) Постоянная составляющая
    в) Нечетные (кроме первой)

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Модели сигналов и их свойства. Динамическое представление сигналов. Энергетические характеристики сигналов
2. Разложение периодического сигнала по гармоникам. Спектральные характеристики периодического сигнала
3. Гармонический анализ непериодических сигналов. Спектральные характеристики непериодических сигналов
4. Теоремы о спектрах (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
5. Свертывание двух сигналов. Корреляционные функции двух сигналов
6. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа
7. Свойства преобразования Лапласа (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
8. Математические модели линейной электрической цепи. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи
9. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд). Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод)
10. Операторный метод определения установившейся реакции цепи на включение периодического сигнала
11. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля)
12. АМ колебания. Тональная модуляция гармонической несущей

Согласована на портале № 54301

13. Энергетические характеристики АМ колебаний. Балансная амплитудная модуляция
14. Угловая модуляция. Тональная угловая модуляция
15. Спектр сигналов угловой модуляции при малых индексах модуляции
16. Спектр сигналов угловой модуляции при произвольных индексах модуляции
17. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Обобщенная структурная схема системы цифровой обработки сигналов
18. Спектр дискретного сигнала. Влияние формы дискретизирующих импульсов на характеристики дискретного сигнала
19. Разложение сигналов в ряд Котельникова.
20. Прямое и обратное ДПФ.
21. Свойства ДПФ
22. Прямое и обратное Z-преобразования. Свойства Z-преобразований
23. Цифровые фильтры. Основные структуры. Характеристики цифровых фильтров
24. Системная функция цифрового фильтра. Устойчивость дискретных систем
25. Синтез цифровых фильтров (метод билинейного Z-преобразования, метод инвариантной импульсной характеристики)
26. Методы расчета отклика на выходе цифровых фильтров
27. Воздействие слабого гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
28. Воздействие сильного гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
29. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты гармонических сигналов
30. Автоколебательная система. Общие положения. Стационарный режим работы автогенератора
31. Возникновение колебаний в автогенераторах. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения автогенератора
32. RC-генераторы 9

9.1.3. Перечень вопросов для зачета

1. Сформулировать основные идеи представления сигнала обобщенным рядом Фурье (суть среднеквадратического приближения, зачем нужен ортогональный базис, зачем полный базис, универсальная расчетная формула)
2. Прямое и обратное преобразования Фурье (физический смысл, размерность, границы применимости, связь с комплексным рядом Фурье).
3. Простейшие обобщенные функции, их свойства, связь между ними во временной и частотной области
4. Динамические модели сигналов (геометрическая интерпретация, интегральные представления и связь между ними)
5. Теоремы о спектрах: изменение масштаба и дифференцирование (во временной и частотной области)
6. Теоремы о спектрах: сдвиг и перемножение (во временной и частотной области)
7. Теоремы о спектрах: свертка и интегрирование (во временной и частотной области)
8. Прямое и обратное преобразования Лапласа (сформулировать основные идеи: переход от преобразований Фурье, P-плоскость и смысл комплексной частоты P)
9. Сравнительный анализ преобразований Фурье и преобразований Лапласа (интегралы Фурье и Лапласа, границы применимости, взаимный переход от одного к другому)
10. Частотные и временные характеристики линейных цепей и связь между ними во временной и частотной области
11. Воздействие периодических сигналов на линейные цепи. (Метод комплексных амплитуд и его применение для расчета периодических сигналов на выходе узкополосных и широкополосных линейных цепей)
12. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (Операторный метод расчета отклика. Суть метода, достоинства, недостатки)
13. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (временные методы анализа ,интеграл Дюамеля, интеграл свертки; суть методов, достоинства, недостатки)
14. Сравнительный анализ различных методов расчета отклика на выходе линейных цепей (операторного метода и методов временного интегрирования)
15. Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: M, Pcp, Po, Pmax, Pmin, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления

Согласована на портале № 54301

16. Амплитудно-импульсно-модулированные сигналы и их спектры
17. Сравнительный анализ АМ сигналов и АИМ сигналов во временной и частотной области
18. Сравнительный анализ АМ сигналов и БМ сигналов во временной и частотной области
19. Тональная частотная модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное, спектральное, векторное представления при m<<1
20. Тональная фазовая модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное ,спектральное и векторное представления при m<<1
21. Смешанная модуляция (амплитудная и угловая). Временное, спектральное и векторное представления
22. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (автокорреляционная функция, энергетический спектр и их свойства)
23. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (взаимная корреляционная функция, ее свойства)

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
2. Исследование спектров управляющих сигналов
3. Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
4. Амплитудный модулятор

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 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

Согласована на портале № 54301

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;
– 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 № 54301

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 21 от «15» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Ю. Попков	Согласовано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e
Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТОР	С.И. Богомолов	Разработано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c

Согласована на портале № 54301