МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	36	часов
Практические занятия	18	8	26	часов
Лабораторные занятия	12	12	24	часов
Самостоятельная работа	24	34	58	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	144	часов
	2	2	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3
Зачет с оценкой	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78963

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Радиотехнические цепи и сигналы" является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ процессов передачи, приема и обработки сигналов, происходящих в системах связи и необходимых как для профессиональной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение общих принципов описания радиотехнических сигналов и цепей.
2. Формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования сигналов и цепей, в их единстве и взаимосвязи.
3. Освоение современных методов анализа и расчета детерминированных и случайных сигналов, а также методов анализа и расчета радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых.
4. Понимание принципов работы основных функциональных узлов радиоаппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
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 № 78963

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
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 4 зачетных единиц, 144 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	
		3 семестр	4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	86	48	38
Лекционные занятия	36	18	18
Практические занятия	26	18	8
Лабораторные занятия	24	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	58	24	34
Подготовка к зачету	3	3	
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	4	2	2
Выполнение индивидуального задания	6	4	2
Написание отчета по индивидуальному заданию	6	4	2
Подготовка к тестированию	9	3	6
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	6	2	4
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	3	5
Написание отчета по лабораторной работе	7	3	4
Подготовка к зачету с оценкой	9		9

Согласована на портале № 78963

Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	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.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение	2	2	-	7	11	ОПК-1
2 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	12	6	8	11	37	ОПК-1
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	4	10	4	6	24	ОПК-1
Итого за семестр	18	18	12	24	72	
4 семестр						
4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	8	4	4	18	34	ОПК-1
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	8	3	8	11	30	ОПК-1
6 Основы цифровой фильтрации	2	1	-	5	8	ОПК-1
Итого за семестр	18	8	12	34	72	
Итого	36	26	24	58	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
3 семестр			
1 Введение	Введение. Классификация сигналов и описание систем передачи информации: Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Основные задачи и назначение курса РТЦиС	2	ОПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 78963

2 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	Спектральный анализ детерминированных сигналов с помощью обобщенных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представления. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. Применение рядов Фурье и преобразований Фурье для спектрального анализа сигналов	4	ОПК-1
	Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектральная плотность периодического сигнала. Применение преобразований Фурье и Лапласа для описания трансформаций сигналов (Теоремы о спектрах): Обобщение преобразований Фурье и преобразования Лапласа. Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и соответствующими им преобразованиями спектров в частотной области.	4	ОПК-1
	Спектры некоторых непериодических сигналов и их свойства. Границы применимости и их расширение с помощью дельта-функций.	2	ОПК-1
	Математическое описание сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова: представление сообщений выборками. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Временное и спектральное представления дискретизированных сигналов. Связь со спектральным анализом. Аналоговые, дискретные, цифровые сигналы и связь между ними.	2	ОПК-1
	Итого	12	
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ). Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа. Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ). Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаимосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной передачи. сигналов.	4	ОПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
4 семестр			

Согласована на портале № 78963

4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	Основные методы расчета спектра тока на выходе нелинейной электрической цепи: Принципиальные отличия между линейными и нелинейными цепями. Аппроксимация вольт-амперных характеристик. Применение полиномиальной и кусочно-линейной аппроксимаций, а также метода отсчетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях.	4	ОПК-1
	Методы спектрального анализа нелинейных цепей.	2	ОПК-1
	Нелинейные резонансные усилители и преобразователи частоты: Нелинейное усиление и области его применения. Резонансные усилители и умножители частоты. Временное и спектральное представления напряжений и токов в нелинейном резонансном усилителе.	2	ОПК-1
	Итого	8	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	Радиосигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляциями:Основные свойства и особенности анализа радиосигналов. Спектральное, временное и векторное представления амплитудно-модулированных радиосигналов при тональной и сложной модуляции. Амплитудно - импульсно - модулированные сигналы и их спектры.	4	ОПК-1
	Модуляторы амплитудные, угловые и квадратурные: Амплитудная и угловая модуляции. Способы осуществления. Их достоинства и недостатки. Временное и спектральное представления напряжений и токов. Принципы реализации квадратурной модуляции. Векторные диаграммы.	2	ОПК-1
	Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование амплитудно-модулированных колебаний в нелинейных цепях.	2	ОПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 78963

6 Основы цифровой фильтрации	Применение Z-преобразований к анализу фильтров. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры: Рекурсивные и трансверсальные цифровые фильтры. Амплитудно–частотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики и их свойства. Расчет импульсных характеристик. Методы синтеза цифровых фильтров (ЦФ): Синтез ЦФ методом обобщенного билинейного Z-преобразования. Синтез ЦФ методом инвариантности импульсной характеристики (ИИХ).	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			
1 Введение	Расчет физических характеристик сигналов.	2	ОПК-1
	Итого	2	
2 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов.	4	ОПК-1
	Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах	2	ОПК-1
	Итого	6	
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи	6	ОПК-1
	Практика применения временных методов для расчета прохождения сигналов через ЛЭЦ	4	ОПК-1
	Итого	10	
	Итого за семестр	18	
4 семестр			

Согласована на портале № 78963

4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи.	2	ОПК-1
	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки	2	ОПК-1
	Итого	4	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента. Расчет колебательных характеристик.	2	ОПК-1
	Расчет модуляционных и детекторных характеристик	1	ОПК-1
	Итого	3	
6 Основы цифровой фильтрации	Синтез ЦФ методом обобщенного билинейного Z-преобразования. Синтез ЦФ методом инвариантности импульсной характеристики (ИИХ).	1	ОПК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		8	
Итого		26	

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 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	4	ОПК-1
	Исследование спектров управляющих сигналов	4	ОПК-1
	Итого	8	
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
4 семестр			
4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты	4	ОПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 78963

5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	Амплитудный модулятор	4	ОПК-1
	Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний	4	ОПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		12	
Итого		24	

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
3 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету	1	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ОПК-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	2	ОПК-1	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 78963

2 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	Подготовка к зачету	1	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ОПК-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ОПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Выполнение индивидуального задания	2	ОПК-1	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	11		
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	Подготовка к зачету	1	ОПК-1	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ОПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		24		
4 семестр				

Согласована на портале № 78963

4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-1	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	2	ОПК-1	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ОПК-1	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	18		
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	11		
6 Основы цифровой фильтрации	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1	Тестирование
	Итого	5		
Итого за семестр		34		
Итого		58		

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

Согласована на портале № 78963

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

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	3	3	3	9
Защита отчета по лабораторной работе	0	6	9	15
Защита отчета по индивидуальному заданию	3	3	3	9
Индивидуальное задание	7	7	7	21
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Лабораторная работа	0	5	11	16
Тестирование	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе	0	6	9	15
Итого максимум за период	18	35	47	100
Нарастающим итогом	18	53	100	100
4 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Защита отчета по лабораторной работе	0	2	7	9
Защита отчета по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Индивидуальное задание	6	6	7	19
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Лабораторная работа	0	5	10	15
Тестирование	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	0	2	7	9
Итого максимум за период	22	31	47	100
Нарастающим итогом	22	53	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Согласована на портале № 78963

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. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / С. И. Баскаков. - 4-е изд., перераб.1. и доп. - М. : Высшая школа, 2003. - 462. (наличие в библиотеке ТУСУР - 62 экз.).

2. Гимпилевич, Ю. Б. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Ю. Б. Гимпилевич. — Севастополь : СевГУ, 2020. — 211 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/164926.

7.2. Дополнительная литература

1. 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. Каратаева, Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. [Электронный ресурс] / Н. А. Каратаева, С. И. Богомолов. — Томск: ТУСУР, 2013. — 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417.

2. Козлов, В. А. Радиотехнические цеп и и сигналы. Теория сигналов. Прохождение сигналов через линейные цепи: практикум : учебное пособие / В. А. Козлов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2023. — 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/399554.

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:

Согласована на портале № 78963

– 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.

2. eLIBRARY.RU: российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования (https://www.elibrary.ru).

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, 307 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Интерактивная панель;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2013;
- Windows 10;

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.;

Согласована на портале № 78963

- Осциллограф Keysight - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- LibreOffice;
- Microsoft Windows 8.1 и ниже;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qucs;
- 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, 209 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.

Согласована на портале № 78963

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 Введение	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Математическое описание аналоговых сигналов. Математическое описание дискретных сигналов.	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 78963

3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ).	ОПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа.	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции.	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Основы цифровой фильтрации	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78963

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 № 78963

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. Как отразится на спектре периодического сигнала изменение начала отсчета времени? а) Изменится спектр амплитуд б) Изменится спектр фаз в) Изменятся спектры амплитуд и фаз; г) нет правильного ответа.
3. На какой частоте расположена первая составляющая спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов длительностью 100 мкс, скважностью 5? а) 10 кГц б) 2 кГц в) 5 кГц г) 2 МГц;
4. При прохождении периодического сигнала через линейную цепь НЕ изменяются? а) Амплитуды гармоник б) Фазы гармоник в) Частоты гармоник г) Форма сигнала;
5. При амплитудной модуляции изменяется? а) Частота несущего колебания б) Фаза несущего колебания в) Амплитуда несущего колебания г) Форма сигнала;
6. 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;
7. Спектр дискретизированного сигнала можно рассчитать? а) С помощью коэффициентов ряда Фурье б) С помощью интеграла Фурье в) С помощью дискретного преобразования Фурье; г) нет правильного ответа.
8. 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; г) нет правильного ответа.
9. Какой вид аппроксимации необходимо использовать для расчета спектра тока НЭ при больших амплитудах воздействующего сигнала? а) Полиноминальную б) Экспоненциальную в) Кусочно-линейную;г) нет правильного ответа.
10. Какую форму имеет ток НЭ при больших амплитудах воздействия и кусочно-линейной аппроксимации? а) Прямоугольные импульсы б) Синусоидальные колебания в) Экспонента г) Косинусоидальные импульсы;
11. На НЭ с квадратичной вольтамперной характеристикой i=a0+a1+a2U2 воздействует сигнал U(t)=UM1cosω1t+ UM2cosω2t. Спектр тока будет иметь частоты: а) ω1 и ω2 б) 2ω1 и 2ω2 в) ω1; ω2; 2ω1;2ω2; ω1+ ω2; ω1- ω2; г) нет правильного ответа.
12. Модуляционная характеристика это зависимость а) IM1=f(Eсм) б) IM1=f(UM) в) IM1=f(ω); г) нет правильного ответа.
13. Какие гармоники при угле отсечки тока НЭ равном 900 обращаются в ноль? а) Четные б) Постоянная составляющая в) Нечетные (кроме первой); г) нет правильного ответа.
14. Детекторная характеристика это зависимость а) I0=f(ω) б) I0=f(UM) в) I0=f(Eсм);г) нет правильного ответа.
15. Спектральная характеристика сигнала рассчитывается с помощью а) Интеграл свертки б) Преобразования Лапласа в) Прямого преобразования Фурье г) Закона Кирхгофа;
16. Импульсная характеристика цепи это отклик на воздействие а) Гармонического сигнала б) Прямоугольного импульса в) Экспоненты г) Дельта функции;
17. Переходная характеристика цепи это отклик на воздействие а) Треугольного импульса б) Единичного скачка в) Косинусоидального сигнала; г) нет правильного ответа.
18. Отсчеты сигнала на выходе трансверсального цифрового фильтра зависят от а) только от отсчетов выходного сигнала б) от отсчетов входного и выходного сигналов в) только от отсчетов входного сигнала; г) нет правильного ответа.
19. Отсчеты сигнала на выходе рекурсивного цифрового фильтра зависят от а) только от отсчетов входного сигнала б) от отсчетов входного и выходного сигналов в) только от

Согласована на портале № 78963

отсчетов выходного сигнала. г) нет правильного ответа.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Теоремы о спектрах.
2. Расчет коэффициентов комплексного ряда Фурье.
3. Нахождение частотного коэффицента передачи.
4. Расчет спектральной плотности произвольного непериодического сигнала.
5. Нахождение АМ-сигнала, построение временных и частотных диаграмм.
6. Нахождение сигнала на выходе детектора АМ-сигналов, построение временных и частотных диаграмм.
7. Построение блок-схемы цифрового фильтра по заданной системной функции.
8. Нахождение сигнала на выходе цифрового фильтра методами дискретной свертки и Zпреобразования.

9.1.3. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Теоремы о спектрах.
2. Расчет коэффициентов комплексного ряда Фурье.
3. Нахождение частотного коэффицента передачи.
4. Расчет спектральной плотности произвольного непериодического сигнала.
5. Нахождение АМ-сигнала, построение временных и частотных диаграмм.
6. Нахождение сигнала на выходе детектора АМ-сигналов, построение временных и частотных диаграмм.
7. Построение блок-схемы цифрового фильтра по заданной системной функции.
8. Нахождение сигнала на выходе цифрового фильтра методами дискретной свертки и Zпреобразования.

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Какая связь существует между сплошным спектром непериодического сигнала и линейчатым спектром соответствующего периодического сигнала;
2. Что мы понимаем под сигналом?
3. Способы классификации сигналов?
4. Дайте определение периодического сигнала.
5. Укажите свойства четной составляющей.
6. Укажите свойства нечетной составляющей.
7. Физический смысл постоянной составляющей сигнала.
8. Как можно определить длительность сигнала?
9. Для чего используются математические модели сигналов?

9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Описание сигнала. Расчет характеристик сигнала.
2. Спектральный анализ периодического сигнала.
3. Спектральный анализ непериодического сигнала. Использование теорем о спектрах в спектральном анализе сигналов.
4. Аппроксимация вольт-амперных характеристик нелинейных элементов.
5. Методы спектрального анализа в нелинейных цепях.
6. Расчет колебательных характеристик, средней крутизны.

9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. какими свойствами обладают спектры периодических сигналов;
2. как влияет изменение длительности импульса на спектр периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов;
3. как влияет изменение периода повторения на спектр периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов;
4. как отразится на спектре периодического сигнала изменение положения начала отсчета времени;
5. как изменится спектр периодического сигнала, если период повторения устремить в

Согласована на портале № 78963

бесконечность;
6. как связаны между собой длительности импульса и ширина спектра;
7. поясните, что такое скважность и как ее изменение влияет на спектр сигнала;
8. имеется ли связь между периодом сложного сигнала и нижней частотой его спектра?
9. от каких параметров сигнала зависит спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов?

9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
2. Исследование спектров управляющих сигналов
3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи
4. Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
5. Амплитудный модулятор
6. Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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

Согласована на портале № 78963

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 № 78963

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 4 от «30» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТОР	А.И. Попова	Разработано, 03b74901-4806-4576-b81b-8660d04ce53f

Согласована на портале № 78963