МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиотехнические цепи и сигналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	94	94	часов
6	Самостоятельная работа	50	50	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Курсовой проект / курсовая работа: 4 семестр
Экзамен: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 37950

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель кафедра ТОР	_____	Д. С. Брагин
Ассистент кафедра ТОР	_____	Л. А. Семкина
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент каф. ТОР	_____	С. И. Богомолов
Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 37950

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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.

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. Студенты также должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие подготовку для усвоения последующих дисциплин.

1.2. Задачи дисциплины

– освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ОПОП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физика.

Последующими дисциплинами являются: Радиоавтоматика, Устройства генерирования и формирования сигналов, Цифровая обработка сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей;

– ПК-2 способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** естественнонаучную сущность проблем передачи и обработки сигналов в области радиотехники; физико-математический аппарат, привлекаемый для решения проблем передачи и обработки радиотехнических сигналов; алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; методики проектирования радиотехнических устройств и систем с использованием средств автоматизации проектирования

– **уметь** выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; привлекать для решения проблем передачи и обработки радиотехнических сигналов соответствующий физико-математический аппарат; проводить расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; использовать средства автоматизации проектирования для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

– **владеть** навыками выявления сущности проблем передачи и обработки сигналов; опытом привлечения физико-математического аппарата для решения проблем передачи и обработки радиотехнических сигналов; методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; навыками проектирования узлов и устройств радиотехнических систем с использованием средств автоматизации проектирования

Согласована на портале № 37950

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	94	94
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	18	18
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	50	50
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	20	20
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	4	4
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Введение	2	0	0	8	1	3	ОПК-7, ПК-2
2 Математическое описание аналоговых сигналов	7	6	8		10	31	ОПК-7, ПК-2
3 Математическое описание дискретных сигналов	6	6	0		6	18	ОПК-7, ПК-2
4 Основы цифровой фильтрации	3	6	0		2	11	ОПК-7, ПК-2
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	5	4	4		5	18	ОПК-7, ПК-2
6 Математическое описание нели-	8	8	0		3	19	ОПК-7, ПК-

Согласована на портале № 37950

нейных цепей и методы их анализа							2
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	3	4	4		25	36	ОПК-7, ПК-2
8 Заключение	0	0	0		0	0	
Итого за семестр	34	34	16	8	52	144	
Итого	34	34	16	8	52	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 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-7, ПК-2
	Итого	2	
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Спектральный анализ детерминированных сигналов с помощью обобщенных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представления. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа	1	ОПК-7, ПК-2
	Применение рядов Фурье и преобразований Фурье для спектрального анализа сигналов: Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектры некоторых непериодических сиг-налов и их свойства. Границы применимости и их расширение с помощью дельта - функций. Спек-тральная плотность периодического сигнала	2	
	Применение преобразований Фурье и Лапласа для описания трансформаций сигналов (Теоремы о спектрах): Обобщение преобразований Фурье - преобразования Лапласа. Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и со-ответствующими им преобразованиями спектров в частотной области	2	
	Методы анализа прохождения сигналов через линейные электрические цепи: Метод дифференциальных уравнений. Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа. Временные методы	2	

Согласована на портале № 37950

	анализа. Взаимосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной передачи сигналов		
	Итого	7	
3 Математическое описание дискретных сигналов	Математическое описание сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова: Представление сообщений выборками. Дискретиза-ция 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-7, ПК-2
	Дискретные преобразования Фурье (ДПФ) и их свойства: Прямое и обратное дискретные преобразования Фурье (ДПФ). Восстановление аналогового сигнала по коэффициентам ДПФ. Свойства ДПФ. Быстрые преобразования Фурье (БПФ)	2	
	Дискретные преобразования Лапласа (ДПЛ) и z-преобразования: Дискретное преобразование Лапласа (ДПЛ). Прямое и обратное Z - преобразования. Свойства Z – преобразований. Алгоритмы дискретной свертки	2	
	Итого	6	
4 Основы цифровой фильтрации	Введение в цифровую фильтрацию: Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Дифференциальные разностные уравнения. Переда-точные функции. Применение Z-преобразований к анализу фильтров	1	ОПК-7, ПК-2
	Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры: Рекурсивные и трансверсальные цифровые фильтры. Амплитудно–частотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики и их свойства. Расчет импульсных характеристик	1	
	Методы синтеза цифровых фильтров (ЦФ): Синтез ЦФ методом обобщенного билинейного Z-преобразования. Синтез ЦФ методом инвариантно-сти импульсной характеристики (ИИХ)	1	
	Итого	3	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Радиосигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляциями: Основные свойства и особенности анализа радиосиг-налов. Спектральное, временное и векторное пред-ставления амплитудно-модулированных радиосигналов при тональной и сложной модуляции. Амплитудно-импульсно-модулированные сигналы и их спектры	2	ОПК-7, ПК-2
	Радиосигналы с угловой и квадратурной модуляциями. Широкополосные (шумоподобные) сигналы: Особенности анализа радиосигналов с угловой модуляцией. Спектры сигналов при тональной и сложной модуляции. Спектры сигналов со смешанной амплитудной и угловой модуляциями.	1	

Согласована на портале № 37950

	Квадратурная модуляция		
	Анализ прохождения радиосигналов через избирательные цепи. Низко-частотный эквивалент избирательной цепи и его характеристики: Понятие низкочастотного эквивалента избирательной цепи. Его частотные и временные характеристики. Приближенный операторный метод. Метод огибающей. Линейные искажения амплитудно-модулированных сигналов и сигналов с угловой модуляцией при прохождении через избирательные цепи	1	
	Квадратурное представление узкополосных сигналов. Аналитический сигнал и его описание с помощью преобразований Гильберта: Представление радиосигналов в виде узкополосного процесса. Огибающая, частота и фаза узкополосного сигнала. Квадратурное представление узкополосных сигналов. Применение преобразований Гильберта для оценки огибающей, частоты и фазы сигнала. Аналитический сигнал и его свойства	1	
	Итого	5	
6 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 вольтамперных характеристик. Применение полиноминальной и кусочно-линейной аппроксимаций, а также метода от-счетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях	2	ОПК-7, ПК-2
	Нелинейные резонансные усилители и преобразователи частоты: Нелинейное усиление и области его применения. Ре-зонансные усилители и умножители частоты.Временное и спектральное представления напряже-ний и токов в нелинейном резонансном усилителе	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	
	Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование амплитудно-модулированных коле-баний в нелинейных цепях. Линейный, квадратичный и синхронный детекторы. Детектирование колебаний с угловой и квадратурной модуляциями	2	
	Автогенераторы гармонических колебаний: Определение автоколебательной системы. Обобщен-ная схема автогенератора. Механизм возникновения и установления колебаний в автогенераторе. Дифференциальное уравнение автогенератора, условие	1	

Согласована на портале № 37950

	самовозбуждения. Стационарный режим автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждений. Схемы автогенераторов. RC-генераторы синусоидальных колебаний		
	Итого	8	
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	Корреляционный анализ детерминированных сигналов: Автокорреляционная и взаимно-корреляционная функции сигналов. Преобразование Фурье для корреляционных функций. Энергетический спектр. Корреляционные функции типовых радиотехнических сигналов	2	ОПК-7, ПК-2
	Оптимальная линейная фильтрация: Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех. Передаточная функция и импульсная характеристика согласованного фильтра	1	
	Итого	3	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Радиоавтоматика	+	+			+			
2 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+	+	+				
3 Цифровая обработка сигналов	+	+	+					

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 37950

ОПК-7	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Консультирование, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Консультирование, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Исследование спектров управляющих сигналов	4	ОПК-7, ПК-2
	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	4	
	Итого	8	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Амплитудно-модулированные сигналы	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 37950

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов	2	ОПК-7, ПК-2
	Определение спектральных характеристик непериодических сигналов	2	
	Практическое применение теорем о спектрах	2	
	Итого	6	
3 Математическое описание дискретных сигналов	Практика применения операторного и временного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи	2	ОПК-7, ПК-2
	Практика применения ДПФ для спектрального анализа	2	
	Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов	2	
	Итого	6	
4 Основы цифровой фильтрации	Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности	2	ОПК-7, ПК-2
	Определение частотных и временных характеристик трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров	2	
	Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием	2	
	Итого	6	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции	2	ОПК-7, ПК-2
	Расчет прохождения радиосигнала через избирательную цепь	2	
	Итого	4	
6 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи	2	ОПК-7, ПК-2
	Расчет параметров нелинейного усилителя и умножителя частоты	2	
	Расчет параметров амплитудного модулятора	2	
	Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний	2	
	Итого	8	

Согласована на портале № 37950

7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	Определение автокорреляционных и взаимно-корреляционных функций	2	ОПК-7, ПК-2
	Расчет согласованных фильтров	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		34	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ОПК-7, ПК-2	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-7, ПК-2	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
3 Математическое описание дискретных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-7, ПК-2	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Расчетная работа, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
4 Основы цифровой	Подготовка к практиче-	2	ОПК-7,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 37950

фильтрации	ским занятиям, семинарам		ПК-2	Тест
	Итого	2		
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7, ПК-2	Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	5		
6 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-7, ПК-2	Домашнее задание, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Итого	3		
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7, ПК-2	Домашнее задание, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Защита отчета, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	20		
	Итого	25		
Итого за семестр		52		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		88		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Выдача заданий на курсовую работу	1	ОПК-7, ПК-2
Консультации по курсовой работе	5	
Защита курсовой работы	2	
Итого за семестр	8	

Согласована на портале № 37950

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
4 семестр				
Домашнее задание	4	4	4	12
Защита отчета		4	4	8
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа		5	5	10
Отчет по лабораторной работе		3	3	6
Расчетная работа		5	5	10
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	12	29	29	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	12	41	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

Согласована на портале № 37950

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798 (дата обращения: 07.07.2018).
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799 (дата обращения: 07.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)
2. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч2.360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. - используется для практических занятий - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790 (дата обращения: 07.07.2018).
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие/ Каминский В. Л., Тельпуховская Л. И. - 2012. 27 с. - используется для практических занятий - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791 (дата обращения: 07.07.2018).
3. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению курсовой работы / Каратаева Н. А. - 2012. 70 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2792 (дата обращения: 07.07.2018).
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417 (дата обращения: 07.07.2018).
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / Богомолов С. И., Каминский В. Л. - 2013. 29 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418 (дата обращения: 07.07.2018).
6. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс]: Методические указания по организации самостоятельной работы / Богомолов С. И. - 2012. 25 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638 (дата обращения: 07.07.2018).

12.3.2. 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 № 37950

– 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационные, справочные и нормативные базы данных. Режим доступа: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, 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:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader

– Google Chrome

– LibreOffice

– PTC Mathcad13, 14

– Velleman PcLab2000LT

Согласована на портале № 37950

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

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

Согласована на портале № 37950

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

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

9) Какой вид апроксимации необходимо использовать для расчета спектра тока НЭ при больших амплитудах воздействующего сигнала?

а) Полиноминальную

б) Экспоненциальную

в) Кусочно-линейную

10) Какую форму имеет ток НЭ при больших амплитудах воздействия и кусочно-линейной апроксимации?

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

12) Модуляционная характеристика это зависимость

а) IM1=f(U0)

б) IM1=f(UM)

в) IM1=f(ω)

13) Какие гармоники при угле отсечки тока НЭ равном 900 обращаются в ноль?

Согласована на портале № 37950

а) Четные
б) Постоянная составляющая
в) Нечетные (кроме первой)
14) Детекторная характеристика это зависимость
а) I0=f(ω)
б) I0=f(UM)
в) I0=f(U0)
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
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
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 отсчетов выходного сигнала
20) Фильтр Чебышева это
а) ФВЧ
б) ФНЧ
в) полосовой фильтр

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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 № 37950

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. Доказательство. Основные выводы

20. Прямое и обратное ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала

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

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов

Определение спектральных характеристик непериодических сигналов

Практическое применение теорем о спектрах

Практика применения операторного и временного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи

Практика применения ДПФ для спектрального анализа

Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности

Определение частотных и временных характеристик трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров

Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием

Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции

Расчет низкочастотного эквивалента избирательной цепи и его характеристик

Расчет прохождения радиосигнала через избирательную цепь

Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи

Расчет параметров нелинейного усилителя и умножителя частоты

Расчет параметров амплитудного модулятора

Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний

Расчет параметров автогенератора гармонических колебаний

Определение автокорреляционных и взаимно-корреляционных функций

Расчет согласованных фильтров

Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов

14.1.4. Темы контрольных работ

Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»:

14.1.5. Темы домашних заданий

Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов

Согласована на портале № 37950

Определение спектральных характеристик непериодических сигналов

Практическое применение теорем о спектрах

Практика применения операторного и временного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи

Практика применения ДПФ для спектрального анализа

Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности

Определение частотных и временных характеристик трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров

Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием

Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции

Расчет низкочастотного эквивалента избирательной цепи и его характеристик

Расчет прохождения радиосигнала через избирательную цепь

Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи

Расчет параметров нелинейного усилителя и умножителя частоты

Расчет параметров амплитудного модулятора

Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний

Расчет параметров автогенератора гармонических колебаний

Определение автокорреляционных и взаимно-корреляционных функций

Расчет согласованных фильтров

Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов

14.1.6. Темы расчетных работ

Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»:

14.1.7. Темы лабораторных работ

Исследование спектров управляющих сигналов

Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи

Амплитудно-модулированные сигналы

Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний

14.1.8. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 37950

14.3. 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 № 37950