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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	26	26	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	52	52	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	4

Томск

Согласована на портале № 56304

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является изучение общих принципов описания сигналов; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования аналоговых и цифровых сигналов; освоение методов расчета параметров сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Задачей данной дисциплины является освоение студентами методов исследования аналоговых и цифровых сигналов; приобретение умений и навыков анализа параметров сигналов и расчета откликов в результате прохождения сигналов по непрерывным и дискретным цепям.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.11.
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 № 56304

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знает математические модели аналоговых и цифровых сигналов, понимает основные преобразования в математических моделях и физических процессах, выполняемых при формировании и обработке сигналов
	ОПК-1.2. Умеет планировать и формулировать задачи исследования, решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области формирования и обработки сигналов, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области
	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, математического моделирования различных процессов	Владеет практическими навыками решения задач, связанными с расчетом основных характеристик аналоговых и цифровых сигналов и цепей и их моделей
Профессиональные компетенции		
ПКР-1. Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	ПКР-1.1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору.	Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к характеристикам сигналов, формируемых электронными приборами
	ПКР-1.2. Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.	Производит анализ исходных требований к параметрам сигналов и цепей разрабатываемого оптико-электронного прибора
	ПКР-1.3. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.	Уточняет и корректирует требования к параметрам сигналов и цепей разрабатываемого оптико-электронного прибора
	ПКР-1.4. Согласует технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.	Согласует технические требования к параметрам сигналов и цепей разрабатываемого прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации

Согласована на портале № 56304

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
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Подготовка к тестированию	4	4
Выполнение практического задания	24	24
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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
4 семестр						
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	5	8	8	23	44	ОПК-1
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	4	6	4	15	29	ОПК-1
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	5	6	-	7	18	ОПК-1
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	4	6	-	7	17	ОПК-1, ПКР-1
Итого за семестр	18	26	12	52	108	
Итого	18	26	12	52	108	

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

Согласована на портале № 56304

4 семестр			
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. Теоремы о спектрах	5	ОПК-1
	Итого	5	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Линейные стационарные цепи. Импульсная и переходная характеристики, их свойства. Методы исследования прохождения сигналов через линейные цепи: прямой, временной, комплексных амплитуд, спектральный метод и операторный метод.	4	ОПК-1
	Итого	4	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	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.	5	ОПК-1
	Итого	5	
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	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	4	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
4 семестр			

Согласована на портале № 56304

1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Физические характеристики сигналов. Определение спектральных характеристик периодических сигналов. Определение спектральных характеристик непериодических сигналов.	8	ОПК-1
	Итого	8	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Передаточная функция цепи, АЧХ и ФЧХ цепи. Временные характеристики цепи. Временной метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи. Операторный метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи.	6	ОПК-1
	Итого	6	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов. Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Z- преобразование.	6	ОПК-1
	Итого	6	
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	Частотные и временные характеристики трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров. Прохождение сигналов через цифровые фильтры. Синтез цифровых фильтров.	6	ОПК-1, ПКР-1
	Итого	6	
Итого за семестр		26	
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
4 семестр			
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	4	ОПК-1
	Исследование спектров управляющих сигналов	4	ОПК-1
	Итого	8	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

Согласована на портале № 56304

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
4 семестр				
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ОПК-1	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	ОПК-1	Лабораторная работа
	Итого	23		
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ОПК-1	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-1	Лабораторная работа
	Итого	15		
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ОПК-1	Практическое задание
	Итого	7		
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ПКР-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ОПК-1, ПКР-1	Практическое задание
	Итого	7		
Итого за семестр		52		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		88		

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 № 56304

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ПКР-1	+	+		+	Практическое задание, 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
4 семестр				
Лабораторная работа	0	20	10	30
Практическое задание	12	12	6	30
Тестирование	4	4	2	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	16	36	18	100
Нарастающим итогом	16	52	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)
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)

Согласована на портале № 56304

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: Курс лекций / В. А. Краковский, Д. С. Брагин - 2018. 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7162.
3. 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.

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. 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: Методические указания по организации самостоятельной работы / С. И. Богомолов - 2012. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638.
3. 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.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,

Согласована на портале № 56304

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;
- 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;

Согласована на портале № 56304

- 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)
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	ОПК-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 56304

2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	ОПК-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	ОПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	ОПК-1, ПКР-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		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
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

Согласована на портале № 56304

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. Если электрический сигнал может быть описан непрерывной функцией во времени, то какой сигнал называют: / цифровым / дискретным / аналоговым / спектром сигнала / Фурье-преобразованием сигнала /
2. К основным энергетическим характеристикам электрических сигналов относят: / длительность сигнала, мощность сигнала, ширину полосы занимаемых частот / амплитуду сигнала, длительность сигнала, мощность сигнала / мощность сигнала, амплитуду сигнала, динамический диапазон / ширину полосы занимаемых частот, мощность сигнала, амплитуду сигнала / динамический диапазон, длительность сигнала, мощность сигнала /
3. Обобщенная структурная схема системы передачи информации определяет следующую очередность основных компонентов в процессе обработки сигналов: / преобразователь сигнала в сообщение, модулятор, среда передачи, демодулятор, преобразователь сообщения в сигнал / среда передачи, преобразователь сообщения в сигнал, демодулятор, модулятор, преобразователь сигнала в сообщение / преобразователь сообщения в сигнал, модулятор, среда передачи, демодулятор, преобразователь сигнала в сообщение / модулятор, преобразователь сигнала в сообщение, среда передачи, преобразователь сообщения в сигнал, демодулятор / демодулятор, среда передачи, модулятор преобразователь сигнала в сообщение, преобразователь сообщения в сигнал
4. Спектр периодического сигнала отличается от спектра непериодического сигнала: / дискретным характером и периодическим повторением спектральных составляющих / непрерывным характером и периодическим повторением спектральных составляющих / дискретным характером и различием размерности характеристик / непрерывным характером и различием размерности характеристик / дискретным характером при одинаковой размерности характеристик / непрерывным характером при одинаковой размерности характеристик /
5. При укорочении длительности сигнала во временной области, в частотной области происходят: / расширение спектра этого сигнала с одновременным увеличением соответствующих спектральных составляющих / сужение спектра этого сигнала с

Согласована на портале № 56304

одновременным увеличением соответствующих спектральных составляющих опасность / расширение спектра этого сигнала с одновременным уменьшением соответствующих спектральных составляющих / сужение спектра этого сигнала с одновременным уменьшением соответствующих спектральных составляющих /

6. При задержке сигнала во временной области, в частотной области происходят: / сдвиг ФЧХ сигнала с одновременным увеличением соответствующих составляющих АЧХ спектра / сдвиг ФЧХ сигнала с одновременным уменьшением соответствующих составляющих АЧХ спектра / сдвиг ФЧХ сигнала с одновременным сохранением соответствующих составляющих АЧХ спектра / увеличение составляющих АЧХ спектра сигнала с одновременным сохранением ФЧХ / уменьшение составляющих АЧХ спектра сигнала с одновременным сохранением ФЧХ /
7. При воздействии на вход стационарной линейной цепи сигнала в виде гармонического колебания на выходе цепи могут формироваться колебания: / такой же амплитуды, как и на входе, и с возможными иными значениями частоты и фазы / такой же частоты, как и на входе, и с возможными иными значениями амплитуды и фазы / такой же фазы, как и на входе, и с возможными иными значениями амплитуды и частоты / только с иными значениями амплитуды, частоты и фазы на выходе /
8. Под передаточной характеристикой линейной цепи понимают: / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи идеального дельта импульса / отклик на выходе линейной цепи при входном воздействии, описываемом функцией включения / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи импульса экспоненциальной формы / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи амплитуды гармонического колебания (при постоянной частоте на входе цепи) / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи частоты гармонического колебания (при постоянной амплитуде на входе цепи) /
9. Под переходной характеристикой линейной цепи понимают: / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи гармонического колебания / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи идеального дельта импульса / отклик на выходе линейной цепи при входном воздействии, описываемом функцией включения / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи амплитуды гармонического колебания (при постоянной частоте на входе цепи) / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи частоты гармонического колебания (при постоянной амплитуде на входе цепи) /
10. При операторном методе определения реакции прохождения сигналов через линейные цепи используют: / преобразования Фурье / аналого-цифровые преобразования / преобразования Лапласа / цифро-аналоговые преобразования / Z-преобразования /
11. Под цифровым сигналом понимают сигнал, математическое описание которого: / непрерывно по времени и непрерывно по амплитуде / непрерывно по времени и дискретно по амплитуде / дискретно по времени и непрерывно по амплитуде / дискретно по времени и дискретно по амплитуде /
12. При преобразовании аналоговых сигналов в цифровой формат частоту дискретизации выбирают из условия: / не менее половины верхней частоты спектра аналогового сигнала / не менее значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не менее удвоенного значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более половины верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более удвоенного значения верхней частоты спектра аналогового сигнала /
13. Спектр дискретизированного сигнала совпадает по форме со спектром исходного аналогового сигнала в диапазоне частот от: / нуля до частоты, равной удвоенному значению частоты дискретизации / нуля до частоты, равной значению частоты дискретизации / нуля до частоты, равной половине значения частоты дискретизации / нуля до бесконечности / частоты, равной значению частоты дискретизации до бесконечности / частоты, равной удвоенному значению частоты дискретизации до бесконечности /
14. Прямое дискретное преобразование Фурье заключается в: / отображении дискретных отсчетов сигнала во временной области на дискретные отсчеты сигналов в частотной области / отображении дискретных отсчетов сигнала сигналов в частотной области на

Согласована на портале № 56304

дискретные отсчеты во временной области / повышении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации / снижении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации /

15. Обратное дискретное преобразование Фурье заключается в: / отображении дискретных отсчетов сигнала во временной области на дискретные отсчеты сигналов в частотной области / отображении дискретных отсчетов сигнала сигналов в частотной области на дискретные отсчеты во временной области / повышении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации / снижении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации /
16. Z-преобразование используют для анализа: / аналоговых сигналов и аналоговых цепей / аналоговых сигналов и дискретных цепей / дискретных сигналов и аналоговых цепей / дискретных сигналов и дискретных цепей /
17. Трансверсальный цифровой фильтр характеризуется: / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой /
18. Рекурсивный цифровой фильтр характеризуется: / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой /
19. Проектирование цифрового фильтра по аналоговому прототипу с использованием билинейного Z-преобразования по сравнению с методом инвариантности импульсных характеристик: / упрощается при одновременном учете искажений частотных характеристик / усложняется при одновременном учете искажений частотных характеристик / упрощается и не требует учета искажений частотных характеристик / усложняется, но не требует учета искажений частотных характеристик /
20. Отклик на входное воздействие выхода линейного цифрового фильтра определяется / сверткой входного сигнала и амплитудной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и частотной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и переходной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и импульсной

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Энергетические характеристики сигналов
2. Обобщенное спектральное представление сигналов
3. Периодические сигналы и их свойства. Гармонические колебания
4. Разложение периодического сигнала по гармоникам
5. Спектральные характеристики периодического сигнала
6. Спектральные характеристики непериодических сигналов
7. Примеры спектрального представления непериодических сигналов
8. Теоремы о спектрах
9. Преобразование Лапласа
10. Свойства преобразования Лапласа
11. Обратное преобразование Лапласа
12. Математические модели линейной электрической цепи
13. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи
14. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд)
15. Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод)
16. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля)
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. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала
21. Свойства ДПФ

Согласована на портале № 56304

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

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
2. Исследование спектров управляющих сигналов
3. Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи

9.1.4. Темы практических заданий

1. Физические характеристики сигналов. Определение спектральных характеристик периодических сигналов. Определение спектральных характеристик непериодических сигналов.
2. Передаточная функция цепи, АЧХ и ФЧХ цепи. Временные характеристики цепи. Временной метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи. Операторный метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи.
3. Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов. Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Z- преобразование.
4. Частотные и временные характеристики трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров. Прохождение сигналов через цифровые фильтры.
5. Синтез цифровых фильтров.

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

Согласована на портале № 56304

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

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

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

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

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

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– 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 № 56304

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 14 от «28» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
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. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
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 № 56304