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.
«31» _____05_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Инфокоммуникационные технологии, системы связи и Интернет вещей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 31.05.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75496

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение основ теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов, применяемых в современных системах связи для передачи и приёма сигнала.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование навыков программирования на высокоуровневых языках, необходимых для обработки цифровых сигналов с помощью численных методов.
2. Освоение математических основ теории цифровой обработки сигналов.
3. Изучение базовых методов формирования и обработки сигналов в современных системах связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.01.
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 № 75496

ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики	Знает законы логики и основы математического моделирования, позволяющие реализовывать модели различных физических процессов и явлений, связанных с теорией распространения, формирования и обработки сигналов
	ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области цифровой обработки сигналов
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	Владеет навыками использования системного подхода для решения задач цифровой обработки и формирования сигналов
Профессиональные компетенции		
ПК-5. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-5.1. Знает теорию эксперимента, способы его организации и планирования и современные средства и методы его проведения	Знает теорию проведения вычислительных экспериментов посредством математического моделирования
	ПК-5.2. Умеет планировать, организовывать и проводить эксперимент	Умеет планировать, организовывать и проводить вычислительный эксперимент
	ПК-5.3. Владеет навыками планирования, организации, проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных	Владеет навыками планирования, организации, проведения вычислительного эксперимента и цифровой обработки экспериментальных данных

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 2 зачетных единиц, 72 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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18

Согласована на портале № 75496

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	10	10
Подготовка к тестированию	10	10
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	10	10
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	6
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Понятия дискретного и цифрового сигнала	2	4	7	13	ОПК-1, ПК-5
2 Ключевые операции ЦОС	4	4	7	15	ОПК-1, ПК-5
3 Многоскоростная обработка сигналов	4	2	7	13	ОПК-1, ПК-5
4 Введение в цифровые фильтры	4	2	7	13	ОПК-1, ПК-5
5 Цифровая обработка сигналов в системах связи	4	6	8	18	ОПК-1, ПК-5
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

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
1 семестр			
1 Понятия дискретного и цифрового сигнала	Преобразование аналогового сигнала в цифровой. Дискретизация низкочастотных и полосовых сигналов. Однородное и неоднородное квантование и кодирование. Шум квантования.	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 75496

2 Ключевые операции ЦОС	Понятие спектра сигнала. Прямое и обратное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Корреляция. Взаимнокорреляционная функция. Автокорреляционная функция. Линейная свёртка. Связь корреляции со свёрткой сигнала.	4	ОПК-1, ПК-5
	Итого	4	
3 Многоскоростная обработка сигналов	Преобразование частоты дискретизации с целым и нецелым шагом. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации. Практическая реализация дециматоров и интерполяторов.	4	ОПК-1, ПК-5
	Итого	4	
4 Введение в цифровые фильтры	Цифровая фильтрация. КИХ и БИХ фильтры. Фазовая характеристика фильтра. Методы расчета цифровых фильтров.	4	ОПК-1, ПК-5
	Итого	4	
5 Цифровая обработка сигналов в системах связи	Модуляция сигналов в современных системах связи. Двоичная фазовая манипуляция. Квадратурная модуляция и демодуляция. Формирующий фильтр. Преобразование частоты. Формирование и обработка сигналов в современных системах связи.	4	ОПК-1, ПК-5
	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
1 семестр			
1 Понятия дискретного и цифрового сигнала	Введение в GNU Octave/MATLAB	2	ОПК-1, ПК-5
	Аналого-цифровое преобразование. Однородное квантование. Представление сигнала во временной и частотной областях.	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	4	
2 Ключевые операции ЦОС	Графическая визуализация дискретных сигналов	2	ОПК-1, ПК-5
	Ключевые операции ЦОС.	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 75496

3 Многоскоростная обработка сигналов	Интерполяция и децимация цифрового сигнала	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	2	
4 Введение в цифровые фильтры	Фильтр скользящего среднего	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	2	
5 Цифровая обработка сигналов в системах связи	Цифровая манипуляция. Квадратурная модуляция	2	ОПК-1, ПК-5
	Формирование сигнала и обработка в широкополосных системах связи	2	ОПК-1, ПК-5
	Корреляционный приём. Временная синхронизация в системах связи	2	ОПК-1, ПК-5
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
1 семестр				
1 Понятия дискретного и цифрового сигнала	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-5	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ОПК-1, ПК-5	Защита отчета по практическому занятию
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ОПК-1, ПК-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	7		

Согласована на портале № 75496

2 Ключевые операции ЦОС	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-5	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ОПК-1, ПК-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ОПК-1, ПК-5	Защита отчета по практическому занятию
	Итого	7		
3 Многоскоростная обработка сигналов	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-5	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ОПК-1, ПК-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ОПК-1, ПК-5	Защита отчета по практическому занятию
	Итого	7		
4 Введение в цифровые фильтры	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-5	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	1	ОПК-1, ПК-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ОПК-1, ПК-5	Защита отчета по практическому занятию
	Итого	7		

Согласована на портале № 75496

5 Цифровая обработка сигналов в системах связи	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПК-5	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ОПК-1, ПК-5	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2	ОПК-1, ПК-5	Защита отчета по практическому занятию
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по практическому занятию, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование
ПК-5	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по практическому занятию, Отчет по практическому занятию (семинару), 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
1 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	60	60
Защита отчета по практическому занятию	5	5	5	15
Тестирование	5	5	5	15
Отчет по практическому занятию (семинару)	3	3	4	10
Итого максимум за период	13	13	74	100

Согласована на портале № 75496

Нарастающим итогом	13	26	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов. - СПб. : Питер , 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

2. Вадутов, О. С. Электроника. Математические основы обработки сигналов : учебник и2. практикум для вузов / О. С. Вадутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 307 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490314.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 75496

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория "Вычислительный зал" / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Scilab;

8.3. 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;

Согласована на портале № 75496

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

8.4. 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 Понятия дискретного и цифрового сигнала	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 75496

2 Ключевые операции ЦОС	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Многоскоростная обработка сигналов	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Введение в цифровые фильтры	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
5 Цифровая обработка сигналов в системах связи	ОПК-1, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

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

Согласована на портале № 75496

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.
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

Согласована на портале № 75496

1. Что зависит от разрядности АЦП?
   а) время обработки одного отсчета
   б) интервал дискретизации
   в) максимальная амплитуда сигнала на выходе АЦП
   г) количество уровней квантования сигнала в двоичной форме
2. Какими способами можно снизить уровень шума квантования?
   а) многокаскадная интерполяция и использование фильтра нижних частот
   б) выборка с запасом по частоте и последующая интерполяция
   в) уменьшение разрядности АЦП и использование фильтра нижних частот
   г) увеличение разрядности АЦП и выборка с запасом по частоте
3. Какое утверждение является верным?
   а) БИХ-фильтр – это несколько последовательных КИХ-фильтров.
   б) БИХ-фильтры реализованы нерекурсивно, т.е. они всегда устойчивы.
   в) При одинаковом количестве коэффициентов КИХ-фильтр имеет более резкий срез характеристики.
   г) В отличие от БИХ-фильтров, КИХ-фильтры могут иметь строго линейную фазовую характеристику.
4. Чему равно количество уровней квантования, если разрядность АЦП равна 8 бит?
   а) 8
   б) 16
   в) 64
   г) 256
5. Чему равна минимальная частота Найквиста, если полоса частот сигнала лежит в диапазоне 0-16 кГц и сигнал дискретизирован без наложения?
   а) 128 кГц
   б) 64 кГц
   в) 32 кГц
   г) 16 кГц
6. Какие операции подразумевает перевод сигнала из аналоговой формы в цифровую?
   а) Дискретизация по времени
   б) Квантование по уровню
   в) Фильтрация с помощью аналогового ФНЧ
   г) Преобразование частоты дискретизации
7. Для чего применяется корреляционная обработка?
   а) Поиск сигнала на фоне шумов
   б) Измерение задержки распространения сигнала
   в) Определение полярности сигнала
   г) Снижение уровня шума квантования
   д) Защита от наложения спектров
8. Каким образом выбирается частота дискретизации по теореме Котельникова?
   а) Частота дискретизации должна быть больше, чем максимальная частота сигнала
   б) Частота дискретизации должна быть более чем в 10 раз больше максимальной частоты сигнала
   в) Частота дискретизации должна быть равна максимальной частоте сигнала
   г) Частота дискретизации должна быть больше, чем удвоенная максимальная частоты сигнала
9. Для чего используется децимация в цифровой обработке сигналов?
   а) для аналого-цифрового преобразования сигнала
   б) для цифро-аналогового преобразования сигнала
   в) для повышения частоты дискретизации
   г) для понижения частоты дискретизации
10. Для чего используются оконные функции?
    а) Для сглаживания резких скачков в сигнале
    б) Для снижения требований к фильтру нижних частот при децимации
    в) Для повышения разрешающей способности АЦП
    г) Для подавления боковых лепестков в спектре ограниченного во времени сигнала

Согласована на портале № 75496

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Работа с циклами и условными операторами в GNU Octave. Графическая визуализация сигналов.
2. Теорема о полосовой дискретизации. Расчет минимальной частоты дискретизации без наложения.
3. Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом.
4. Фильтрация сигналов в GNU Octave.
5. Квадратурная модуляция.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Каким образом реализуется свёртка двух масивов в GNU Octave/MATLAB?
2. Для чего используется функция randn(.) в GNU Octave/MATLAB?
3. Киким образом выполняется децимация сигнала в GNU Octave/MATLAB?
4. Какие условные операторы есть в GNU Octave/MATLAB?
5. При помощи какого оператора выполняется поэлементное умножение двух массивов в GNU Octave/MATLAB?
6. Какие типы данных существует в GNU Octve/MATLAB?
7. Как реализуется цифровая фильтрация в GNU Octave/MATLAB?

9.1.4. Темы практических занятий

1. Введение в GNU Octave/MATLAB
2. Аналого-цифровое преобразование. Однородное квантование. Представление сигнала во временной и частотной областях.
3. Графическая визуализация дискретных сигналов
4. Ключевые операции ЦОС.
5. Интерполяция и децимация цифрового сигнала
6. Фильтр скользящего среднего
7. Цифровая манипуляция. Квадратурная модуляция
8. Формирование сигнала и обработка в широкополосных системах связи
9. Корреляционный приём. Временная синхронизация в системах связи

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.

Согласована на портале № 75496

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
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.

Согласована на портале № 75496

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 2 от «20» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Разработано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135
Ассистент, каф. ТОР	Э. Дмитриев	Разработано, bac2a3d8-76ff-425b-ac10-f788fc60dedd

Согласована на портале № 75496