

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПИШ:

Тумасов А.Б.
ФИО
“19” МАРТА 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.9 Алгоритмы обработки сигналов в системах управления
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ВСТ

Кафедра-разработчик ВСТ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет, экзамен

Разработчик: Жевнерчук Д.В., д.т.н., доцент

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 918 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 23.04.2024 № 14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ВСТ протокол от 05.03.2024 № 4

Зав. кафедрой д.т.н, доцент, Жевнерчук Д.В. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 19.03.2024 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 09.04.01-ц-9

Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО	5
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
5.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	5
5.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	12
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	12
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	12
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
8.2 ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	16
8.3 ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	16
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	17
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	18
11.2 Методические указания для занятий лекционного типа	19
11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	19
11.4 Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе.....	19
11.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	20
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области современных методов цифровой обработки сигналов, а также навыков применения полученных знаний при решении практических задач, связанных с разработкой и реализацией алгоритмов цифровой обработки сигналов и реализации модулей АСУ ТП.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- моделирование и исследование процессов в автоматизированных системах управления;
- верификация алгоритмического и программного обеспечения в автоматизированных системах управления;
- обеспечение надежности, безопасности и эффективности автоматизированных систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления» Б1.Б.9 включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы магистратуры по направлению «Информатика и вычислительная техника» программы «Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления», являются

- «Методы и средства обработки сигналов»,
- «Цифровые устройства и ПЛИС»,
- «Основы теории управления»,

в объеме программы бакалавриата по направлению «Информатика и вычислительная техника».

Дисциплина «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления» является основополагающей для дисциплин: «Оптимальное цифровое управление техническими объектами», «Технологии разработки SCADA-систем», «SCADA-системы в атомной отрасли» и для выполнения ВКР.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 3.1 - Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач				

Методы системы принятия решения на основе искусственного интеллекта				
Алгоритмы обработки сигналов в системах управления				
Основы обеспечения информационной и компьютерной безопасности				
Технологии разработки цифровых сервисов				
Абстрактная алгебра				
Ознакомительная				
Выполнение и защита ВКР				

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 4.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИОПК-2.1. Разрабатывает оригинальные алгоритмы для решения профессиональных задач ИОПК-2.2. Разрабатывает программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Знать: <ul style="list-style-type: none"> – современные методы цифровой обработки сигналов – классические и специализированные системы параллельной обработки данных в системах управления – методы представления многомерных сигналов типа изображений как массива данных Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – применять полученные знания при решении практических задач, связанных с разработкой и реализацией алгоритмов цифровой обработки сигналов в системах управления Владеть: <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками разработки эффективного алгоритмического и программного продукта анализа сигналов на примере изображений 		Лабораторные работы.	Экзамен.	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. 216 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего	В т.ч. по семестрам
	час.	2 сем
Формат изучения дисциплины		с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	55	55
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17

занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	34	34
1.2 Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	62	62
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельный изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	62	62
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)		

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 5.2 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР									
Раздел 1. Общие сведения о процессах передачи и обработки сигналов в системах управления														
ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 1.1 Понятие АСУ ТП, обобщенная структура АСУ ТП, типы и классификация сигналов, используемых в системах управления различного назначения.	1				3	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема 1.2 Обмен сигналами между подсистемами нижнего и верхнего уровня. Передача группы сигналов, определяющих состояние элементов контроля и управления. Имитаторы систем нижнего уровня.	1				3	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема лабораторной работы: Разработка базы знаний о состоянии объектов контроля ТП и связанных с ними сигналах.		5		0.5	4	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						
	Итого по 1 разделу	2	5		0.5	10								
Раздел 2. Математическое моделирование сигналов														
ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 2.1 Математическое описание периодических сигналов. Алгоритмы генерации треугольного,	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР									
<p>прямоугольного сигнала.</p> <p>Тема 2.2 Алгоритмы генерации апериодических сигналов, линейный и экспоненциальный чирп. Предел Габора. Утечка. Окна.</p> <p>Тема 2.3 Понятие некоррелированного шума, алгоритмы генерации шумов. Броуновский, розовый, гауссов шум.</p> <p>Тема 2.4 Последовательная корреляция, автокорреляция периодических сигналов.</p> <p>Тема лабораторной работы: «Моделирование и исследование периодических, апериодических сигналов и шумов»</p>														
		1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
		1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
		1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
			6		0.5	2	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						
	Итого по 2 разделу	4	6		0.5	10								
Раздел 3. Спектральный анализ														
ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 3.1 Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Свойства ДКП, Матрица ДКП. ДКП-IV, обратное ДКП.	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема 3.2. Дискретное преобразование Фурье. Свойств ДПФ. Матрица ДПФ. Алгоритм быстрого	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				КСР								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	Самостоятельная работа студентов (час)									
	преобразования Фурье (БПФ).													
	Тема лабораторной работы: «Разработка и исследование алгоритмов спектрального анализа сигналов»		6		0.5	6	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						
	Итого по 3 разделу	2	6	9	0.5	10								

Раздел 4. Операции преобразования сигналов

ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 4.1. Понятие цифрового фильтра. Виды фильтров. Параметры фильтров. Связь характеристик фильтра с цифровыми частотами. Принцип инвариантности импульсной характеристики (ИХ). Метод усечения ИХ. Метод Кайзера.	1			2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 4.2. АЧХ пары квадратурных фильтров. Передаточная функция банка фильтров. Условие идеального преобразования сигнала банком. Оценка погрешностей банка квадратурных фильтров.	1			2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 4.3. Амплитудная модуляция аналоговых сигналов: балансная, однополосная. Угловая, фазовая, частотная моду-	1			2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР									
	ляция.													
	Тема 4.4. Методы демодуляции. Фазовая автоподстройка частоты. Манипуляция цифровых сигналов.	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема лабораторной работы: «Реализация фильтров Баттерворта и Кайзера»		5		0.5	2	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						
	Итого по 4 разделу	4	5		0.5	10								
Раздел 5. Современные методы преобразования сигналов														
ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 5.1. Классификация устройств АЦП по фактору точность / быстродействие, Субболосные АЦП с временным разделением сигнала. Построение узла АЦП на основе сигма-дельта преобразования.	1				3	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема 5.2. Быстрый алгоритм дискретного вейвлет-преобразования (ВП). Применение ВП для сжатия сигналов. Удаление шумов при ВП.	1				3	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема лабораторной работы: «Реализация алгоритма дискретного вейвлет-преобразования»		6		1	4	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа												
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР	Самостоятельная работа студентов (час)								
	Итого по 5 разделу	2	6		1	10								
Раздел 6. Обратные задачи при измерениях и управлении														
ОПК-2 – ИОПК-2.1, ИОПК – 2.2	Тема 6.1. Общие положения обратной задачи при измерениях и управлении (ОЗиИУ). Метод регуляризации А.Н. Тихонова в пространстве Фурье-образов. Принцип минимального модуля.	1				4	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема 6.2. Нейросетевой подход решения ОЗиИУ. Оптимальный фильтр Виннера. Физически реализуемый обратный фильтр.	2				4	Подготовка к лекциям [7.1.1 - 7.1.4, 7.2.1 - 7.2.2]	Видео-лекция. Лекция-консультация.						
	Тема лабораторной работы: «Разработка цифрового фильтра на основе нейронной сети»		6		1	4	Подготовка к лабораторной работе [7.4]	Мозговой штурм						
	Итого по 6 разделу	3	6		1	12								
	Подготовка к экзамену (контроль)					27								
	Итого за семестр	17	34		4	62								

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Перечень типовых заданий:

1. Система такова, что $x(t) \rightarrow y(t)$, где $x(t)=\sin(t)+\sin(2t)$, а $y(t)=\cos(t)+\sin(3t)$. Является ли система линейной?
2. На вход неизвестной линейной системы подается сигнал $x(t)=2\sin(t)-\cos(3t)$. Какого вида сигналы можно ожидать на выходе?
3. Пилообразный сигнал линейно возрастает на интервале от -1 до 1, а затем резко падает до -1 и повторяется. Напишите класс, реализующий этот сигнал. Вычислите спектр пилообразного сигнала. Как соотносится его гармоническая структура с треугольным и прямоугольным сигналами?
4. Счетчик Гейгера – прибор для обнаружения радиации. Когда ионизирующие частицы попадают в детектор, на его выходе появляются импульсы тока. Общий выход в определенный момент времени можно смоделировать некоррелированным пуассоновым шумом, где каждая выборка есть случайное число из распределения Пуассона, соответствующее количеству частиц, обнаруженных за интервал измерения. Напишите на языке Python с использованием библиотеки ThinkDSP.py класс, наследующий thinkdsp._Noise и представляющий evaluate. Следует использовать Np.random.poisson для генерации случайных величин из распределения Пуассона.
5. Доказать, что суперпозиция двух линейных систем (выход первой подключен к входу второй) является линейной системой.
6. При проектировании АЦП с частотой дискретизации 44 кГц был ошибочно реализован анти-алиасинговый фильтр. Его частота среза была установлена на 24 кГц. К каким эффектам может привести такой АЦП? Какая область частот в записи может быть испорчена? Отразится ли это на качестве звучания звукозаписи?
7. Найти импульсную характеристику «усилителя»: $x[n] \longrightarrow 2 \cdot x[n]$
8. Посчитать, сколько умножений нужно произвести для вычисления свертки сигнала длины N с ядром длины M .
9. Частота дискретизации сигнала равна 44100 Гц. Размер БПФ равен 4096. Какова длина анализируемого блока в секундах? По каким частотам (в герцах) будет разложен сигнал?
10. Какое частотное разрешение спектра мы получим в предыдущем примере?
11. Какой размер БПФ нужно использовать, чтобы получить частотное разрешение около 4 Гц?
12. Реализовать нахождение и отображение спектра заданного участка сигнала. Ввести возможность выбора длины сигнала, размера БПФ, вида взвешивающего окна.

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Вычислительные системы и технологии».

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 6.1 - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
40 < R <= 50	Отлично

$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6.2 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИОПК-2.1. Разрабатывает оригинальные алгоритмы для решения профессиональных задач	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не знает процессы передачи и обработки сигналов в системах управления, не может построить математические модели сигналов и реализовать алгоритмы спектрального анализа. Не владеет операциями преобразования сигналов, современными методами преобразования сигналов. Не способен принимать участие в решении обратных задач при измерениях и управлении.	Фрагментарные знания в области процессов передачи и обработки сигналов в системах управления, испытывает трудности при построении математических моделей сигналов и реализации алгоритмов спектрального анализа. Частично владеет операциями преобразования сигналов, современными методами преобразования сигналов. Не способен принимать участие в решении обратных задач при измерениях и управлении.	Обладает знаниями в области процессов передачи и обработки сигналов в системах управления, способен построить математические модели сигналов и реализовать алгоритмы спектрального анализа. Применяет операции преобразования сигналов и современные методами преобразования сигналов. Испытывает затруднения при решении обратных задач при измерениях и управлении.	Имеет глубокие знания в области процессов передачи и обработки сигналов в системах управления, способен построить математические модели сигналов и реализовать алгоритмы спектрального анализа. Владеет операциями преобразования сигналов, современными методами преобразования сигналов.
	ИОПК-2.2. Разрабатывает программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач				Умеет решать обратные задачи при измерениях и управлении.

Таблица 6.3 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

- 7.1.1. Цифровая обработка сигналов : Пер.с англ. / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 3-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. : ил. - (Мир радиоэлектроники). - Прил.:с.1000-1026.- Предм.указ.:с.1044-1046. - Библиogr.:с.1027-1043. - ISBN 978-5-94836-329-5; 978-0-13-198841-2(англ.)
- 7.1.2. Основы теории цифровой обработки сигналов : Учеб.пособие / С.С. Зельманов; Волго-Вят.фил.МТУСИ. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 80 с. : ил. - Прил.:с.66-78. - Библиogr.:с.79. – ISBN 978-5-90522671-7 7.2.
- 7.1.3. Цифровая обработка сигналов : Учеб.пособие / А.Б. Сергиенко. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 768 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - Прил.:с.655-730.-Предм.указ.:с.736-756. - Библиogr.:с.731-735. - ISBN 978-5-9775-0606-9
- 7.1.4. Богач Н. В., Гублер Г. Б., Евдокимов В. Е., Куляшова З. В., Перепелица С. А., Хабурзания Т. З. Обработка сигналов в информационных системах учеб пособие / Н В Богач [и др.] . – СПб. – Изд-во Политехн ун та, 2010 . – 222 с.

7.2 Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 7.2.1 Модели звуковых сигналов с позиций теории активного восприятия: Метод.указания к лаб.работам по курсу "Моделирование информ.процессов и систем" для студ.вузов направления 09.04.01 "Информатика и вычислительная техника" всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева, Каф."Вычислительные системы и технол"; Сост.:В.Е.Гай, В.А.Утробин, Е.Н.Викулова. - Н.Новгород: [Изд-во НГТУ], 2017. - 35 с.: ил. - 0-00.
- 7.2.2 Цифровая обработка изображений: Пер.с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - 3-е изд., испр.и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 1104 с.: ил. - (Мир цифровой обработки). - Прил.: с.1045-1080.-Предм.указ.: с.1081-1103. - Библиogr.в конце гл. - ISBN 978-5-94836-331-8; 978-0-13-234563-7(англ.): 1300-00.

7.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 7.3.1 Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии Журнал "Информационные технологии" (novtex.ru).
- 7.3.2 Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек (aselibrary.ru).

7.3.3 Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - About journal (jitcs.ru)

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления» в электронном виде находятся на кафедре «Вычислительные системы и технологии». Электронные версии методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

8.1 - Перечень электронных библиотечных систем

8.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 8.2 – Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
-	Adobe Acrobat Reader (https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html) Linux (https://www.linux.com/) OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/ Python 3 и выше (https://www.python.org/downloads/) Библиотека ThinkDSP () Дистрибутив Anaconda (https://www.anaconda.com/products/distribution) Paint.net (https://paintnet.ru/download/) Pycharm IDE (https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/) git (https://git-scm.com/), github (https://github.com/) QT Creator (свободно распространяемая версия) ЗОСРВ Нейтрино (академическая версия ООО «СВД ВС») Комплект разработчика для ЗОСРВ Нейтрино (академическая версия ООО «СВД ВС»)

8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 8.3 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 8.3 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Набор данных изображений PASCALVOC 2012	http://host.robots.ox.ac.uk/pascal/VOC/voc2012/
4	Набор данных изображений MSCOCO 2017	https://cocodataset.org/#download
5	Набор данных изображений ImageNet	https://image-net.org/
6	Набор данных изображений GoogleOpen-Images	http://storage.googleapis.com/openimages/web/factsfigures.html

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accen/>

Таблица 9.1 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллектива и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерный класс:

Ауд. 6567 СОП Интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные системы реального времени и SCADA-технологии»

Рабочее место студента – 12.

Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:

ПК на базе процессора Intel – 12 шт.

Терминалы «Эльбрус 801-miniPC» ТВГИ.466256.011 – 2 шт.

Источники бесперебойного питания Ippon Back Basic 1500 – 2 шт.

Высокопроизводительный сервер.

Программное обеспечение:

Ubuntu Linux (свободное ПО)

VirtualBox (свободное ПО)

Комплект разработчика для ЗОСРВ «Нейтрино» (КПДА.96901-01, заводской номер 22027)

Комплект разработчика для ЗОСРВ «Нейтрино-Э» (КПДА.10965-01, заводской номер 22007)

ЗОСРВ «Нейтрино» (КПДА.10964-01, заводской номер 22178)

ЗОСРВ «Нейтрино-Э» (КПДА.96904-01, заводской номер 22002)

Также, для самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- аудитория 6543;

- аудитория 6545 (Проектор Acer – 1шт; ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 11 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Алгоритмы обработки сигналов в системах управления», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, мессенджеры, Zoom, Discord.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 5.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

11.4 Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Реализация алгоритма БПФ на FPGA.
2. Реализация алгоритма БПФ для аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейгрино.
3. Проектирование и реализация цифрового фильтра для FPGA (по вариантам).

4. Проектирование и реализация цифрового фильтра для аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейтрино.
5. Разработка имитатора блока подсистемы нижнего уровня АСУ ТП (по вариантам).
6. Разработка базы знаний управляющих воздействий оператора на основе комплекса сигналов, собираемых с подсистем нижнего уровня.
7. Реализация быстрого алгоритма дискретного вейвлет-преобразования для FPGA.
8. Реализация быстрого алгоритма дискретного вейвлет-преобразования для FPGA для аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейтрино.
9. Разработка генератора периодических сигналов на основе FPGA.
10. Разработка генератора непериодических сигналов на основе FPGA.
11. Разработка генераторов шума на основе FPGA.
12. Разработка генератора периодических сигналов на основе аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейтрино.
13. Разработка генератора непериодических сигналов на основе аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейтрино.
14. Разработка генераторов шума на основе аппаратно-программной платформы на базе Эльбрус 8С и ЗОСРВ Нейтрино.

11.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 10. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая выполнение и защиту лабораторных работ. Экзамен для студентов очной формы обучения во 2 семестре, зачет в 1 семестре.

Типовые задания для лабораторных работ приведены в соответствующих учебно-методических пособиях.

Практические (семинарские) занятия не предусмотрены учебным планом.

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета для студентов очной формы обучения:

1. Понятие АСУ ТП, обобщенная структура АСУ ТП,
2. Типы и классификация сигналов, используемых в системах управления.
3. Обмен сигналами между подсистемами нижнего и верхнего уровня.

4. Передача группы сигналов, определяющих состояние элементов контроля и управления.
5. Имитаторы систем нижнего уровня.
6. Математическое описание периодических сигналов.
7. Алгоритм генерации треугольного сигнала.
8. Алгоритм генерации прямоугольного сигнала.
9. Алгоритмы генерации апериодических сигналов.
10. Математическое описание линейного и экспоненциального чирпа.
11. Предел Габора. Утечка. Окна.
12. Понятие некоррелированного шума, формальное описание шума.
13. Алгоритм генерации броуновского шума.
14. Алгоритм генерации розового шума.
15. Алгоритм генерации шума гаусса.
16. Последовательная корреляция, автокорреляция периодических сигналов.
17. Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Свойства ДКП, Матрица ДКП.
18. ДКП-IV, обратное ДКП.
19. Дискретное преобразование Фурье. Свойства ДПФ. Матрица ДПФ.
20. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной формы обучения:

1. Понятие цифрового фильтра. Виды фильтров. Параметры фильтров.
2. Связь характеристик фильтра с цифровыми частотами. Принцип инвариантности импульсной характеристики (ИХ).
3. Метод усечения ИХ. Метод Кайзера.
4. АЧХ пары квадратурных фильтров. Передаточная функция банка фильтров.
5. Условие идеального преобразования сигнала банком.
6. Оценка погрешностей банка квадратурных фильтров.
7. Амплитудная модуляция аналоговых сигналов: балансная, однополосная.
8. Угловая модуляция сигнала.
9. Фазовая модуляция сигнала.
10. Частотная модуляция сигнала.
11. Методы демодуляции. Фазовая автоподстройка частоты.
12. Манипуляция цифровых сигналов.
13. Общая характеристика БИХ и КИХ фильтров.
14. Фильтр Баттерворта.
15. Фильтр Кайзера.
16. Классификация устройств АЦП по фактору точность / быстродействие.
17. Субполосные АЦП с временным разделением сигнала.
18. Построение узла АЦП на основе сигма-дельта преобразования.
19. Быстрый алгоритм дискретного вейвлет-преобразования (ВП).
20. Применение ВП для сжатия сигналов.
21. Удаление шумов при ВП.
22. Общие положения обратной задачи при измерениях и управлении (ОЗиИУ).
23. Метод регуляризации А.Н. Тихонова в пространстве Фурье-образов.
24. Принцип минимального модуля.
25. Нейросетевой подход решения ОЗиИУ.
26. Оптимальный фильтр Виннера.
27. Физически реализуемый обратный фильтр.

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Вычислительные системы и технологии». Оценочные средства могут быть получены по требованию.