

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических и биотехнических систем
Кафедра «Приборы»**



Тарасенко О.В.

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

По направлению подготовки: 12.03.01 – Приборостроение

Профили подготовки: «Приборы и методы контроля качества и диагностики»
«Информационно-измерительная техника и технологии»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы измерительных и информационных технологий» по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение - 24 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы измерительных и информационных технологий» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 945, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Приборы» Швец С.Н.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры «Приборы»
«11» 04 2023 года, протокол № 15

Заведующий кафедрой  Мирошников В.В.

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета
Приборостроения, электротехнических и биотехнических систем
«18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно - методической
комиссии факультета приборостроения
электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Швец С.Н., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель – изучение общих принципов описания измерительных сигналов; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования измерительных сигналов, в их единстве и взаимосвязи; освоение методов расчета параметров сигналов; понимание принципов работы основных функциональных узлов приборов и систем.

Задачи освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа измерительных цепей: аналоговых, дискретных и цифровых.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретические основы измерительных и информационных технологий» относится к профессиональному циклу базовой части дисциплин.

знать основные приемы и методы математического аппарата, применяемые для решения задач профессиональной деятельности; виды моделей и основные принципы их и построения; основные правила и приемы самоорганизации и самообразования;

уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующие приемы и методы математического аппарата; применять инновационные технологии в области профессиональной деятельности; разрабатывать индивидуальную траекторию самообразования;

владеть приемами и методами математического аппарата для решения задач профессиональной деятельности; навыками проведения компьютерного моделирования; правилами и приемами самообразования.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ математического анализа, электротехники, информационных технологий, навыки математического решения и преобразования специальных функций и выражений.

Содержание дисциплины базируется на следующих изученных дисциплинах «Высшая математика», «Физика», «Информационные технологии в отрасли» и служит основой для освоения дисциплин «Методы и средства регистрации и отображения информации», «Средства отображения информации», «Основы автоматического управления» и других спецдисциплин.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	Знать основные приемы и методы математического аппарата, применяемые для решения задач

анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике ОПК-1.3. Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	профессиональной деятельности; виды моделей и основные принципы их и построения; основные правила и приемы самоорганизации и самообразования; Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующие приемы и методы математического аппарата; применять инновационные технологии в области профессиональной деятельности; разрабатывать индивидуальную траекторию самообразования; Владеть приемами и методами математического аппарата для решения задач профессиональной деятельности; навыками проведения компьютерного моделирования; правилами и приемами самообразования.
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов		
	Очная форма		Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)
	72	108	182
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	51	68	20
в том числе:			
Лекции	34	34	10
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	17	34	10
Лабораторные работы	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции и т.п.</i>)	-	-	-
Семестр	4	5	
Самостоятельная работа студента (всего)	21	40	147/13
Форма аттестации	зачет	экзамен	зачет/экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 4

Тема 1. Общая характеристика сигналов. Гармонический анализ и спектральное разложение сигналов. Аналоговые фильтры.

Основные понятия ИИС. Структурные схемы ИИС и ИУС. Задачи и методы исследования ИИС. Временной метод исследования систем. Частотный метод исследования систем. Динамические характеристики ИИС. Преобразование спектров в линейных системах. Принцип неопределенности для линейной системы.

Элементы общей теории радиотехнических сигналов. Теория ортогональных сигналов. Спектральные представления сигналов. Физический смысл спектральной плотности. Уравнение измерений.

Погрешности и их классификация. Аналитические методы определения погрешностей и их характеристик.

Сигнал и помеха. Электрические фильтры. Типы электрических фильтров. Свойства электрических фильтров. Мощностные характеристики фильтров. Этапы синтеза электрических фильтров. Синтез непрерывных фильтров низких частот. Фильтры Баттерворта. Передаточная функция фильтра Баттерворта. Реализация фильтров низких частот. Реализация фильтров верхних частот. Реализация полосовых фильтров. Чебышевская аппроксимация.

Семестр 5

Тема 2. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Дискретные сигналы. Цифровая фильтрация сигналов.

Метод имитационного моделирования для установления значений характеристик погрешностей. Оценки динамических погрешностей первого рода и погрешностей, обусловленных смещением моментов дискретизации. Оценка динамических погрешностей второго рода. Оценка погрешностей, вносимых помехами.

Помехоустойчивость цифровых приборов. Оптимальный синтез цифровых измерительных приборов. Сравнение и масштабирование.

Унификация вида и уровня электрических сигналов. Аналого-цифровое преобразование. Однозначность отсчета при аналого-цифровом преобразовании. Применение кода Фибоначчи. Реализация аналого-цифрового преобразования.

Повышение помехоустойчивости средств статических измерений. Повышение помехоустойчивости средств статических измерений.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
4 семестр			
1-2.	Основные понятия ИИС. Структурные схемы ИИС и ИУС.	4	1
3-4.	Задачи и методы исследования ИИС. Временной метод исследования систем. Частотный метод исследования систем.	4	

5.	Динамические характеристики ИИС. Преобразование спектров в линейных системах. Принцип неопределенности для линейной системы.	2	1
6-7.	Элементы общей теории радиотехнических сигналов.	4	1
8-9.	Теория ортогональных сигналов.	4	
10-11.	Спектральные представления сигналов.	4	
12-13.	Физический смысл спектральной плотности.	4	
14-15.	Уравнение измерений.	4	1
16-17.	Погрешности и их классификация. Аналитические методы определения погрешностей и их характеристик.	4	
Итого за 4 семестр:		34	5

5 семестр			
1.	Метод имитационного моделирования для установления значений характеристик погрешностей	2	
2-3.	Оценки динамических погрешностей первого рода и погрешностей, обусловленных смещением моментов дискретизации	4	1
4.	Оценка динамических погрешностей второго рода	2	
5.	Оценка погрешностей, вносимых помехами. помехоустойчивость цифровых приборов	2	
6-7.	Оптимальный синтез цифровых измерительных приборов	4	1
8-9.	Сравнение и масштабирование	4	1
10.	Унификация вида и уровня электрических сигналов	2	
11.	Аналого-цифровое преобразование	2	1
12-13.	Однозначность отсчета при аналого-цифровом преобразовании применение кода Фибоначчи.	4	
14.	Реализация аналого-цифрового преобразования	2	
15-16.	Повышение помехоустойчивости средств статических измерений	4	1
17.	Повышение помехоустойчивости средств статических измерений	2	
Итого за 5 семестр:		34	5
Итого:		68	10

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
4 семестр			
1.	Гармонический анализ периодических сигналов.	2	1
2.	Спектральный анализ одиночных сигналов.	2	1
3-4.	Частотные и временные характеристики линейных цепей.	4	1

5.	Частотные и временные характеристики колебательных контуров.	2	
6.	Частотные характеристики фильтров.	2	1
7.	Модуляция и спектры модулированных сигналов.	3	1
8.	Демодуляция сигналов.	2	
Итого за 5 семестр:		17	5
5 семестр			
1-2.	Исследование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую.	6	1
3.	Синтез и исследование рекурсивных цифровых фильтров	6	1
4.	Синтез и исследование нерекурсивных цифровых фильтров.	6	1
5-6.	Анализ спектрально-корреляционных характеристик сигналов на основе ДПФ-БПФ	6	1
7.	Алгоритмы вычисления сверток сигналов	4	
8.	Цифровые методы спектрального анализа сигналов	6	1
Итого за 6 семестр:		34	5
Итого:		51	10

4.5. Лабораторные работы – Не предусмотрены учебным планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Общая характеристика сигналов. Гармонический анализ и спектральное разложение сигналов. Аналоговые фильтры.	Конспект	21	73
2.	Тема 2. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Дискретные сигналы. Цифровая фильтрация сигналов.	Конспект	40	74
Итого:			61	147

4.7. Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в виде:

– контрольных работ.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета в 4 семестре (включает в себя ответ на тестовые задания) и письменного экзамена в 5 семестре (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий

на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице:

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендуемую литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в излагаемых ответах в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Щепетов, А. Г. Преобразование измерительных сигналов: учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов, Ю. Н. Дьяченко; под ред. А. Г. Щепетова. - Москва : Юрайт, 2022. - 270 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 269-270. – Текст : непосредственный.

2. Яковлев, А. Н. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров / Яковлев А.Н., Соколова Д.О. - Новосибирск :НГТУ, 2012. - 64 с.: ISBN 978-5-7782-1964-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558714>.

3. Гадзиковский, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Гадзиковский. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2020. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858810>.

4. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж:Научная книга, 2016. - 144 с. ISBN 978-5-4446-0908-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/923327>.

5. Щетинин, Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB/ЩетининЮ.И. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 115 с.: ISBN 978-5-7782-1807-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548133>.

6. Яковлев, А. Н. Основы теории сигналов в примерах, упражнениях и задачах / Яковлев А.Н. - Новосибирск :НГТУ, 2012. - 472 с.: ISBN 978-5-7782-1995-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558735>.

б) дополнительная литература:

1. Умняшкин С.В., Основы теории цифровой обработки сигналов : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - М. : Техносфера, 2019. - 550 с. - ISBN 978-5-94836-557-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365572.html>.

2. Радиотехнические цепи и сигналы / Федосов В. П. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - ISBN 978-5-9275-2481-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927524815.html>.

3. Душин В.К., Теоретические основы информационных процессов и систем / Душин В. К. - М. : Дашков и К, 2014. - 348 с. - ISBN 978-5-394-01748-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html>.

4. Крук Б.И., Основы спектрального анализа : Учебное пособие для вузов / Крук Б.И., Журавлева О.Б. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. – 148 с. - ISBN 978-5-9912-0327-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203272.html>.

5. Морозов А.А., Методы анализа биосигналов: Учеб. пособие / Морозов А.А. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 232 с. - ISBN 5-7038-2857-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703828570.html>

в) методические указания:

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «Znanium» - znanium.com

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теоретические основы измерительных и информационных технологий» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические занятия: комплект электронных слайдов, аудитория с презентационной техникой (проектор, экран, ПК), компьютерный класс с доступом в Интернет.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Программа трехмерного проектирования	КОМПАС-3D v18.1	https://kompas.ru/kompas-3d/download/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Теоретические основы измерительных и информационных технологий»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять знания естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике ОПК-1.3. Применяет общетехнические знания в инженерной деятельности	Тема 1. Общая характеристика сигналов. Гармонический анализ и спектральное разложение сигналов. Аналоговые фильтры.	4
				Тема 2. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Дискретные сигналы. Цифровая фильтрация сигналов.	5

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной	Знать основные приемы и методы математического аппарата, применяемые для решения задач	Тема 1 Тема 2	Вопросы к контрольным работам, тестовое

		практике при моделировании ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике ОПК-1.3. Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	профессиональной деятельности; виды моделей и основные принципы их построения; основные правила и приемы самоорганизации и самообразования; Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующие приемы и методы математического аппарата; применять инновационные технологии в области профессиональной деятельности; разрабатывать индивидуальную траекторию самообразования; Владеть приемами и методами математического аппарата для решения задач профессиональной деятельности; навыками проведения компьютерного моделирования; правилами и приемами самообразования.		задание, вопросы к экзамену.
--	--	--	--	--	-------------------------------------

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы измерительных и информационных технологий»

Оценочные средства для текущей аттестации (вопросы к контрольным работам):

1. Поясните характер связи между сигналом и сообщением.
2. Приведите примеры естественных природных процессов, используемых человеком в качестве сигналов.
3. На конкретном примере поясните понятия информации, сообщения и сигнала.
4. Поясните утверждение о том, что детерминированный сигнал не несет информации.
5. Приведите пример периодического природного процесса.
6. Какова основная причина использования ортогональных функций для разложения сигналов?
7. Запишите условия ортогональности и ортонормированности функций.

8. Покажите, что для преобразования Фурье справедлив принцип суперпозиции.

9. Поясните физический смысл амплитудного и фазового спектров непериодического сигнала.

10. Поясните, что произойдет со спектром непериодического сигнала при изменении полярности последнего на противоположный.

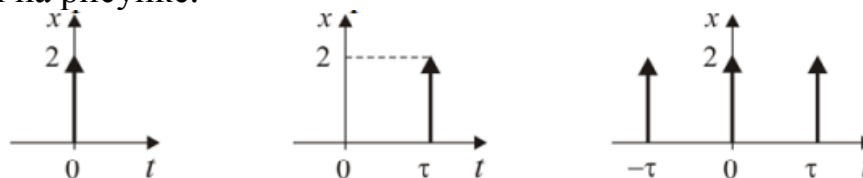
11. Покажите, что спектральная характеристика сигнала, описываемого действительной функцией $x(t)$, обладает свойствами:

$$|X(j\omega)| = |X(-j\omega)|, \arg X(j\omega) = -\arg X(-j\omega)$$

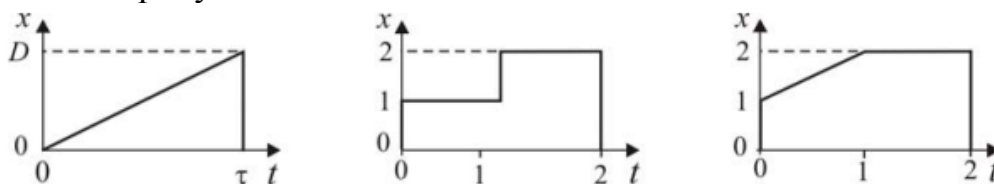
12. Покажите, что спектральная характеристика сигнала, описываемого действительной четной функцией $x(t)$, обладает свойствами:

$$\operatorname{Re} X(j\omega) = 2 \int_0^{\infty} x(t) \cos \omega t \cdot dt, \operatorname{Im} X(j\omega) = 0$$

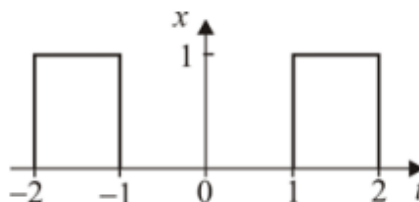
13. Запишите формулы для спектральных характеристик сигналов, графики которых показаны на рисунке.



14. Найдите спектральные характеристики одиночных импульсов, графики которых показаны на рисунке.



15. Найдите спектральную характеристику одиночного импульса двумя способами: 1) непосредственно по функции $x(t)$; 2) при помощи свойства преобразования Фурье, связывающего спектральные характеристики функции $x(t)$ и ее производной $y(t) = dx(t)/dt$.



16. Даны непрерывные системы, описываемые уравнениями:

а) $\frac{dy(t)}{dt} + t^2 y(t) = (t+1)x(t)$;

в) $3 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 2x(t)$;

б) $\frac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = x^2(t)$;

г) $\frac{dy(t)}{dt} + y^2(t) = x(t)$.

17. Даны дифференциальные уравнения систем первого и второго порядка:

$$\text{а) } a \frac{y(t)}{dt} + y(t) = b \frac{x(t)}{dt}; \quad \text{б) } \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \frac{dy(t)}{dt} + 25 y(t) = x(t).$$

Запишите передаточные функции систем.

18. Как связаны между собой АФЧХ, АЧХ и ФЧХ линейной стационарной системы?

19. Почему АФЧХ, АЧХ и ФЧХ системы целесообразно строить только для положительных значений частоты?

20. Дано дифференциальное уравнение системы первого порядка

$$a \frac{y(t)}{dt} + y(t) = b \frac{x(t)}{dt}.$$

Запишите передаточную функцию и формулы для АЧХ и ФЧХ.

21. RC -цепь описывается передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{0,001s + 1}.$$

Рассчитайте коэффициент передачи цепи на частоте $\omega = 1000$ рад/с.

22. На вход интегратора с коэффициентом передачи $k = 2 \text{ с}^{-1}$ подается гармоническое воздействие $x(t) = 5 \cdot \cos(100t)$. Определить параметры выходного сигнала в установившемся режиме.

23. Дайте понятия полосы пропускания, полосы задерживания, граничных частот.

24. С какой целью в АЧХ фильтра вводится переходная полоса между полосой пропускания и полосой задерживания?

25. В каком виде задаются исходные данные при проектировании ФНЧ и ФВЧ, ПФ и ЗФ?

26. Покажите расположение полюсов ФНЧ Баттерворта для нескольких значений n .

27. Какой параметр устанавливает величину неравномерности передачи фильтра Чебышева первого рода в полосе пропускания? Как он влияет на АЧХ и расположение полюсов?

28. Найдите значение, при котором величина неравномерности передачи в полосе пропускания у фильтра Чебышева равна 0,1.

29. Поясните основные отличия АЧХ фильтров Баттерворта и Чебышева первого рода.

30. Поясните отличия в расположении полюсов фильтров Баттерворта и Чебышева первого рода.

31. Что понимают под денормированием фильтра? Когда и как применяется эта операция?

32. Как осуществляется трансформация ФНЧ в фильтры других типов?

33. Дайте понятие цифрового фильтра.

34. Поясните отличия способов квантования по уровню, основанных на использовании процедур усечения и округления значения дискретного отсчета сигнала.

35. Постройте характеристики многоступенчатого релейного элемента при квантовании по уровню с усечением и округлением значений дискретного отсчета.

36. Укажите основные преимущества и основные недостатки цифровых фильтров. Поясните, в каких случаях они проявляются.

37. Чем отличается деление цифровых фильтров по признакам «нерекурсивный и рекурсивный» и «конечная и бесконечная импульсные характеристики»?

38. Даны цифровые фильтры, описываемые уравнениями:

$$\text{а) } y(n)=0,5 \cdot [x(n+1)-x(n-1)]; \quad \text{в) } y(n)=0,4y(n-1)+x(n);$$

$$\text{б) } y(n)+0,2 \cdot y(n-1)=5 \cdot x(n-1); \quad \text{г) } y(n)=2 \cdot x(n)-5 \cdot x(n-1).$$

Классифицируйте их по признакам «нерекурсивный и рекурсивный» и «конечная и бесконечная импульсные характеристики».

39. Какие методы используются для преобразования передаточной функции аналогового фильтра-прототипа в передаточную функцию цифрового фильтра?

40. Объясните причину периодичности частотных характеристик цифрового фильтра.

41. Опишите метод билинейного преобразования. Поясните основной недостаток метода.

42. Чем обусловлены ограничения на нижний и верхний пределы изменения периода дискретизации T цифрового фильтра?

43. Поясните суть и преимущества каскадной реализации рекурсивных цифровых фильтров.

44. Получена передаточная функция аналогового прототипа

$$H(s) = \frac{100}{s + 100}.$$

Найдите передаточную функцию ЦФ, если $T=0,01$ с.

45. Получена передаточная функция аналогового прототипа

$$H(s) = \frac{s}{s + 50}.$$

Найдите передаточную функцию цифрового фильтра, если $T = 0,02$ с.

46. Запишите разностное уравнение, передаточную функцию и частотную передаточную функцию нерекурсивного ЦФ для $N=3$.

47. Почему нерекурсивные цифровые фильтры всегда устойчивы?

48. Чем отличаются нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ, имеющие симметричные и антисимметричные импульсные характеристики?

49. Цифровой фильтр описывается передаточной функцией

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = 0,5 + z^{-1} + z^{-2} + 0,5z^{-3}.$$

Запишите разностное уравнение цифрового фильтра. Постройте график импульсной характеристики цифрового фильтра. Найдите аналитические выражения АЧХ и ФЧХ цифрового фильтра.

50. Цифровой фильтр описывается разностным уравнением

$$y(n) = x(n) + 2x(n-1) + x(n-2).$$

Докажите, что фильтр имеет линейную ФЧХ.

51. Поясните необходимость и способ использования оконных функций при проектировании нерекурсивных цифровых фильтров.

52. Поясните характерные особенности оконных функций.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (контрольная работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (тесты к зачету):

1. Сигналы, значения которых в любой точке интервала их определения можно рассчитать заранее, называются

- 1) периодическими
- 2) стохастическими
- 3) детерминированными
- 4) случайными
- 5) цифровыми

2. Разложение сигнала в тригонометрический ряд Фурье

- 1) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t)$
- 2) $s(t) = \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t)$
- 3) $s(t) = a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t$
- 4) $s(t) = \frac{a_0}{2} + (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t)$
- 5) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \sin n\omega_1 t + b_n \cos n\omega_1 t)$

3. Дана функция $x(t) = 5 \sin(250\pi t + \pi/2)$. Выберите соответствующие амплитуду, фазу, частоту в Гц данной функции.

- 1) 2,5, 90° , 250
- 2) $\sqrt{5}$, 45° , 125
- 3) 5, 90° , 125
- 4) 5, 30° , 250π
- 5) $\sqrt{5}$, 60° , 125π

4. Сигнал называется одномерным, если
- 1) описывается единичным интегралом
 - 2) описывается одной функцией времени
 - 3) описывается функцией включения
 - 4) его можно измерить в любой момент времени
 - 5) нет правильных ответов
5. Чем меньше длительность импульса, тем
- 1) больше его энергия
 - 2) меньше его норма
 - 3) меньше его энергия;
 - 4) шире его спектр
 - 5) больше его норма
6. Из формул ряда Фурье следует, что четный сигнал содержит только
- 1) синусоидальные слагаемые
 - 2) косинусоидальные слагаемые
 - 3) косинусоидальные и синусоидальные слагаемые
 - 4) вещественные части;
 - 5) нет правильного ответа
7. Аналоговый сигнал – это
- 1) интеграл от цифрового сигнала
 - 2) сигнал, значения которого всегда положительны
 - 3) сигнал, значения которого можно измерять в любые моменты времени
 - 4) сигнал, значения которого всегда отрицательные
 - 5) интеграл от дискретного сигнала
8. Анализом Фурье называют расчет...
- 1) спектра сигнала
 - 2) АЧХ цепи
 - 3) ФЧХ цепи
 - 4) коэффициента гармоник
 - 5) постоянной времени
9. В спектре периодического сигнала с ростом частоты
- 1) смещается фаза
 - 2) меняется полярность
 - 3) уменьшается амплитуда
 - 4) увеличивается амплитуда
 - 5) нет правильного ответа
10. Основное свойство дельта-функции
- 1) $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$

$$2) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = -1$$

$$3) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 0$$

$$4) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt \geq 0$$

$$5) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt \leq 0$$

11. Спектральная характеристика экспоненциального сигнала $x(t) = A \cdot e^{-\alpha t} \cdot 1(t)$ равна

$$1) X(j) = \frac{A}{\alpha + j}$$

$$2) X(\omega) = \frac{A}{\alpha + \omega}$$

$$3) X(t) = \frac{A}{\alpha + t}$$

$$4) X(j\omega) = \frac{A}{\alpha + j\omega}$$

5) нет правильного ответа

12. Энергия сигнала выражается через его спектральную характеристику формулой

$$1) E_x = \int_0^{\infty} |X(j\omega)|^2 d\omega$$

$$2) E_x = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |X(j\omega)|^2 d\omega$$

$$3) E_x = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |X(j\omega)| d\omega$$

$$4) E_x = \int_0^{\infty} |X(\omega)|^2 d\omega$$

5) нет правильного ответа

13. Практической шириной спектра называют интервал частот, содержащий

1) существенные для данного исследования составляющие спектра

2) полный набор составляющих спектра

3) четные составляющие спектра

4) нечетные составляющие спектра

5) нет правильного ответа

14. Функции Лагерра получили широкое распространение в системах обработки сигналов различного назначения, благодаря

1) значительным возможностям

2) точности воспроизведения сигналов

3) простоте их генерирования

4) сложности представления функций

5) нет правильного ответа

15. Широкое распространение при обработке речевых сигналов, при обработке изображений в биологии и медицине, в цифровой голографии получили

- 1) функции Лагерра
- 2) функции Дирака
- 3) функции Фурье
- 4) функции Уолша
- 5) нет правильного ответа

16. С помощью фильтрации решают задачи

- 1) подавления шумов, маскирующих сигнал
- 2) разложения сигналов на частотные составляющие
- 3) демодуляции сигналов
- 4) преобразования дискретных сигналов в аналоговые
- 5) все ответы правильные

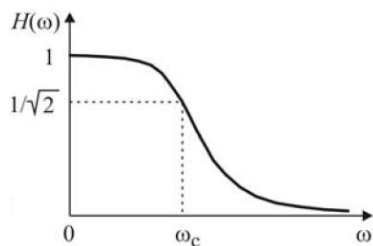
17. Полоса частот, в которой сигналы пропускаются (усиливаются) фильтром, называется

- 1) полосой задерживания
- 2) полосой пропускания
- 3) граничной полосой
- 4) полосой исключения
- 5) нет правильного ответа

18. Полоса частот, где сигналы подавляются (ослабляются) фильтром, называется

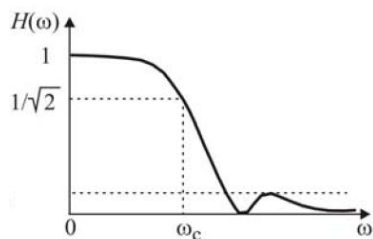
- 1) полосой задерживания
- 2) полосой пропускания
- 3) граничной полосой
- 4) полосой исключения
- 5) нет правильного ответа

19. Какой типовой ФНЧ соответствует приведенной на рисунке АЧХ?



- 1) фильтр Чебышева первого рода
- 2) фильтр Чебышева второго рода
- 3) фильтр Баттерворта
- 4) эллиптический фильтр
- 5) нет правильного ответа

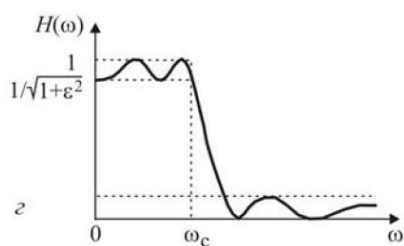
20. Какой типовой ФНЧ соответствует приведенной на рисунке АЧХ?



- 1) фильтр Чебышева первого рода
- 2) фильтр Чебышева второго рода
- 3) фильтр Баттерворта
- 4) эллиптический фильтр
- 5) нет правильного ответа

21. Какой типовой ФНЧ соответствует приведенной на рисунке АЧХ?

- 1) фильтр Чебышева первого рода
- 2) фильтр Чебышева второго рода



- 3) фильтр Баттерворта
- 4) эллиптический фильтр
- 5) нет правильного ответа

22. Переход в стандартных типах фильтров от нормированных параметров к истинным называется

- 1) денормированием
- 2) трансформацией
- 3) масштабированием
- 4) аппроксимацией
- 5) нет правильного ответа

23. Преобразование передаточной функции нормированного ФНЧ в передаточную функцию фильтра требуемого вида называется

- 1) денормированием
- 2) трансформацией
- 3) масштабированием
- 4) аппроксимацией
- 5) нет правильного ответа

24. Формула $X(p) = \int_0^{\infty} x(t) \cdot e^{-pt} \cdot dt$ представляет

- 1) прямое преобразование Фурье
- 2) обратное преобразование Фурье
- 3) обратное преобразование Лапласа
- 4) прямое преобразование Лапласа
- 5) нет правильного ответа

25. Формула $x(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} X(p) \cdot e^{pt} \cdot dp$ представляет

- 1) прямое преобразование Фурье
- 2) обратное преобразование Фурье
- 3) обратное преобразование Лапласа
- 4) прямое преобразование Лапласа
- 5) нет правильного ответа

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)

2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)
---	--

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Вопросы к экзамену:

1. Понятие цифровой обработки сигналов.
2. Дискретизация аналогового сигнала.
3. Квантование дискретного сигнала.
4. Кодирование квантованных отсчетов.
5. Теорема о дискретном представлении сигналов. Ряд Котельникова.
6. Математическая модель дискретизированного сигнала (идеализированный АИМ-сигнал).
7. Соотношение между спектрами аналогового и дискретного сигналов. Явление наложения спектров. Частота Найквиста. Влияние формы дискретизирующих импульсов.
8. Дискретное во времени преобразование Фурье.
9. Дискретное преобразование Лапласа. Дискретизация спектра.
10. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Обратное преобразование Фурье.
11. Быстрое преобразование Фурье.
12. Z-преобразование дискретных сигналов.
13. Выражения для обратного z-преобразования, а также в случае, когда функция является дробно-рациональной.
14. Цифровые фильтры (ЦФ). Понятие. Осуществляемые преобразования.
15. Описание цифровых фильтров с помощью разностных уравнений.
16. Понятия рекурсивного и некурсивного ЦФ. Структурные схемы ЦФ.
17. Описание ЦФ с помощью z-преобразования. Передаточные функции ЦФ.
18. Определение сигнала на выходе ЦФ с помощью передаточной функции.
19. Импульсные характеристики ЦФ. Условие устойчивости ЦФ. БИХ-фильтры. КИХ-фильтры.
20. Связь импульсной характеристики и передаточной функции.
21. Определение сигнала на выходе ЦФ с помощью импульсной характеристики.
22. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики ЦФ.
23. Частотные характеристики рекурсивных и нерекурсивных ЦФ.
24. Связь частотной и импульсной характеристик ЦФ.
25. Формы реализации ЦФ: каноническая, последовательная, параллельная.
26. Синтез ЦФ на основе дифференциального уравнения аналогового прототипа.
27. Синтез ЦФ на основе импульсной характеристики аналогового прототипа.
28. Синтез ЦФ на основе передаточной функции аналогового прототипа.
29. Влияние квантования входного дискретного сигнала на реакцию ЦФ.

30. Определение количества информации. Формулы Фишера, Хартли для равновероятных событий. Формула Шеннона для разноравновероятных событий.
31. Составление оптимальных неравномерных кодов. Методики Хаффмана и Шеннона-Фано.
32. Применение кода Грея в АЦП.
33. Применение кода Фибоначчи в АЦП.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом, даёт полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки и непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неусвоение отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)