

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Электростальского института (филиала)

Московского политехнического

университета



/О.Д. Филиппова/

27.06.2025

Рабочая программа дисциплины
«Основы цифровой обработки сигналов»

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность подготовки
«Роботизированные комплексы»
(набор 2025-2026 г.)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная, очно-заочная

Электросталь 2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

1 Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

2 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 730 (далее – ФГОС ВО).

3 Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

4 Учебным планом (очной, очно-заочной форм обучения) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Рабочая программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины).

Автор: Ревин С.А., профессор, д.т.н., кафедры ПМИИ

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры ПМИИ (протокол № 8 от 27.06.2025 г.).

1 Цели и задачи освоения дисциплины

К основным **целям** освоения дисциплины «Основы цифровой обработки сигналов» следует отнести: формирование у студентов теоретических знаний современных методов цифровой обработки и практических навыков проектирования цифровых фильтров с последующей реализацией их на специализированных процессорах или универсальных ЦВМ.

К основным **задачам** освоения дисциплины «Основы цифровой обработки сигналов» следует отнести: освоение методологии, анализа и синтеза цифровых фильтров для их эффективного использования в технических системах управления.

2 Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Основы цифровой обработки сигналов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2.4) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Дисциплина «Основы цифровой обработки сигналов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

программирование и основы алгоритмизации;

математика;

теория автоматического управления;

моделирование систем управления;

в дисциплинах по выбору:

программное обеспечение систем управления.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-11 Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	ИОПК-11.1 Владеет методами подготовки научных экспериментов и обработки данных ИОПК-11.2 Использует автоматизированные системы для получения информации и её обработки ИОПК-11.3 Умеет использовать современное научно-исследовательское оборудование и приборы	Знать: основные принципы цифровой обработки сигналов. Уметь: применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач. Владеть: навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, т.е. 72 академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов очной формы обучения и 54 часа очно-заочной формы обучения).

Дисциплина «Основы цифровой обработки сигналов» очной формы обучения изучается в 7-м семестре: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 18 часов, форма контроля – зачет.

Дисциплина «Основы цифровой обработки сигналов» очно-заочной формы обучения изучается в 7-м семестре: лекции – 10 часов, лабораторные занятия – 8 часа, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении А.

Содержание разделов дисциплины

Тематика лекционных занятий

Тема 1. Введение

Основные понятия: информация, сообщение, сигнал. Математическая модель аналогового сигнала. Классификация сигналов. Энергетические характеристики сигналов. Представление детерминированного сигнала с помощью простейших функций. Представление детерминированного сигнала с помощью ортогональных функций. Дискретизация аналоговых сигналов. Дискретные и цифровые последовательности. Обработка сигналов.

Тема 2. Гармонический анализ сигналов

Базисная система сигналов. Тригонометрический ряд Фурье. Комплексный (экспоненциальный) ряд Фурье. Спектры простейших периодических сигналов. Практическая ширина спектра. Преобразование Фурье. Спектральные характеристики простейших непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье.

Тема 3. Аналоговые фильтры

Задача фильтрации. Базисные фильтры и их идеальные частотные характеристики. Задача аппроксимации. Типовые ФНЧ. Фильтры Баттерворта. Фильтры Чебышева первого рода. Денормирование и трансформация фильтров. Примеры расчета фильтров.

Тема 4. Дискретные модели сигналов

Типовые дискретные последовательности. Описание и преобразование дискретных последовательностей. Представление дискретной последовательности в виде дискретной функции времени. Дискретное преобразование Лапласа. Z – преобразование. Свойства прямого Z -преобразования. Обратное Z -преобразование. Преобразование Фурье дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства дискретного преобразования Фурье. Восстановление сигнала по его отсчетам.

Тема 5. Линейные дискретные системы

Понятие дискретной системы. Передаточная функция дискретной системы. Импульсная характеристика дискретной системы. Уравнение свертки. Частотная передаточная функция дискретной системы. Амплитудная и фазовая частотные характеристики. Структурные схемы дискретной системы. Устойчивость дискретных систем. Дискретное интегрирование. Дискретное дифференцирование.

Тема 6. Принципы построения и классификация цифровых фильтров

Функциональная схема цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров. Классификация цифровых фильтров. Реализация цифровых фильтров.

Тема 7. Рекурсивные цифровые фильтры

Рекурсивные цифровые фильтры первого порядка. Рекурсивные цифровые фильтры второго порядка. Реализация рекурсивных цифровых фильтров. Расчет рекурсивных цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Примеры расчета цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Прямые методы расчета рекурсивных цифровых фильтров.

Тема 8. Нерекурсивные цифровые фильтры

Нерекурсивные цифровые фильтры первого порядка. Нерекурсивные цифровые фильтры 2-го порядка. Особенности нерекурсивных цифровых фильтров. Нерекурсивные цифровые фильтры с линейной ФЧХ. Расчет нерекурсивных цифровых фильтров при помощи метода

взвешивания. Расчет нерекурсивных цифровых фильтров методом разложения АЧХ в ряд Фурье. Реализация нерекурсивных цифровых фильтров.

Тематика лабораторных работ

1. Изучение базовых структур и инструментов программной среды LabVIEW.
2. Исследование аналого-цифрового преобразования в среде LabVIEW.
3. Исследование дискретизации, квантования и восстановления сигнала в среде LabVIEW.
4. Исследование цифровых фильтров в среде LabVIEW.
5. Изучение средств и инструментов представления сигналов и их анализа в программной среде MATLAB.
6. Моделирование аналоговых и цифровых фильтров средствами MATLAB.

Самостоятельная работа обучающихся

Кол-во час.	Основное содержание
36/62	Изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам без составления конспекта, плана Расчет рекурсивных цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Примеры расчета цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Прямые методы расчета рекурсивных цифровых фильтров. Нерекурсивные цифровые фильтры первого порядка. Нерекурсивные цифровые фильтры 2-го порядка. Особенности нерекурсивных цифровых фильтров. Нерекурсивные цифровые фильтры с линейной ФЧХ. Расчет нерекурсивных цифровых фильтров при помощи метода взвешивания. Расчет нерекурсивных цифровых фильтров методом разложения АЧХ в ряд Фурье. Реализация нерекурсивных цифровых фильтров.

5 Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы цифровой обработки сигналов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- лекции с проблемным изложением;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- написание и защита реферата;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- тест,
- реферат,
- защита лабораторных работ,
- зачет.

6.1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-11	Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОПК-11 Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований				
Знать: основные принципы цифровой обработки сигналов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных принципов цифровой обработки сигналов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных принципов цифровой обработки сигналов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных принципов цифровой обработки сигналов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний основных принципов цифровой обработки сигналов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.	Обучающийся частично владеет навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении Б к рабочей программе.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Щетинин Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB: учебное пособие – НГТУ, 2011. – 115 страниц. <http://www.knigafund.ru/> <http://www.knigafund.ru/authors/40683>

б) дополнительная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2000. - 462 с.
2. Солонина А.И. и др. Основы цифровой обработки сигналов: Учебное пособие для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.
3. Давыдов А.В. Сигналы и линейные системы. Тематические лекции: Учебное пособие в электронной форме. – Екатеринбург, УГТУ, ИГиГ, каф. ГИН. – <http://www.prodav.narod.ru/signals/index.html>.

в) программное обеспечение:

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042
Microsoft Project 2013 Standart 32-bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

г) электронные ресурсы:

1. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>)
2. Электронно-библиотечная система «Лань» (www.e.lanbook.com)

3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>)
4. ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru)

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория лекционного типа № 1508, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г. Электросталь, ул. Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

Лекция - систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. При подготовке лекции преподаватель руководствуется рабочей программой дисциплины. В процессе лекций рекомендуется вести конспект, что позволит впоследствии вспомнить изученный учебный материал, дополнить содержание при самостоятельной работе с литературой, подготовиться к зачёту.

Следует также обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Выводы по лекции подытоживают размышления преподавателя по учебным вопросам. Преподаватель приводит список используемых и рекомендуемых источников для изучения конкретной темы. В конце лекции, обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции. При чтении лекций по дисциплине могут использоваться электронные мультимедийные презентации.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Лабораторные работы, как вид учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений, формирование практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

Выполнение обучающимися лабораторных работ проводится с целью:

формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам или темам дисциплины;

обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

совершенствования умений применять полученные знания на практике;

выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач.

В соответствии с целью содержанием лабораторных работ могут быть экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др.

В процессе лабораторного занятия обучающиеся выполняют одну или несколько лабораторных работ под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При подготовке к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение лабораторного занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем. После выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- тему и цель лабораторной работы;
- план выполнения работы по пунктам;
- структурированное изложение хода выполнения с указанием кратких теоретических сведений, выполненных практических действий и результатов по каждому пункту плана;
- общие выводы.

Окончательная оценка за выполнение лабораторной работы студенту ставится в результате защиты лабораторной работы, в ходе которой контролируется выполнение лабораторной работы с представлением отчета и выполняется персональное собеседование по теоретическим и практическим вопросам темы работы.

В ходе выполнения лабораторной работы у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. При самостоятельной работе студент взаимодействует с рекомендованными материалами при участии преподавателя в виде консультаций. Для выполнения самостоятельной работы предусмотрено методическое обеспечение. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) обеспечивает возможность индивидуального доступа каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

10 Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо

увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11 Особенности реализации дисциплины «Основы цифровой обработки сигналов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине «Основы цифровой обработки сигналов» инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение А

**Структура и содержание дисциплины «Основы цифровой обработки сигналов»
по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавр)**

Очной формы обучения

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов						Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	УО	ЗЛР	Т	Р	Э	З
1.	Введение	7	2	-	2	4					+	+	+		
2.	Гармонический анализ сигналов		2	-	2	4					+	+	+		
3.	Аналоговые фильтры.		2	-	2	4					-	+	+		
4.	Дискретные модели сигналов		4		2						+				
5.	Линейные дискретные системы		2	-	2	4					-	+	+		
6.	Принципы построения и классификация цифровых фильтров		2	-	4	4					+	+	+		
7.	Рекурсивные цифровые фильтры		2	-	2	4					+	+	+		
8.	Нерекурсивные цифровые фильтры		2	-	2	4					-	+	+		
	Форма аттестации	7										1	1		3
	Всего часов по дисциплине		18	-	18	36									

Очно-заочной формы обучения

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	УО	ЗЛР	Т	Р	Э	З
1.	Введение	7	2			4						+	+		
2.	Гармонический анализ сигналов				2	8						+	+		
3.	Аналоговые фильтры.					8						+	+		
4.	Дискретные модели сигналов		2		2	6									
5.	Линейные дискретные системы		2			8						+	+		
6.	Принципы построения и классификация цифровых фильтров		2		2	6					+	+	+		
7.	Рекурсивные цифровые фильтры		2		2	6					+	+	+		
8.	Нерекурсивные цифровые фильтры					8					-	+	+		
	Форма аттестации	7										1	1		3
	Всего часов по дисциплине		10		8	54									

Приложение Б к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность образовательной программы
«Роботизированные комплексы»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Вид профессиональной деятельности:
проектно-конструкторская.

Кафедра: «Прикладная математика и информатика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
перечень вопросов на зачет,
тест,
защита лабораторных работ,
тематика рефератов

Составитель:

С.А. Ревин

Электросталь 2025

**Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
«Основы цифровой обработки сигналов»**

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность образовательной программы
«Роботизированные комплексы»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная, очно-заочная

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Введение	ОПК-11	Р, ЗЛР, Т
2.	Гармонический анализ сигналов	ОПК-11	
3.	Аналоговые фильтры.	ОПК-11	
4.	Дискретные модели сигналов	ОПК-11	
5.	Линейные дискретные системы	ОПК-11	
6.	Принципы построения и классификация цифровых фильтров	ОПК-11	
7.	Рекурсивные цифровые фильтры	ОПК-11	
8.	Нерекурсивные цифровые фильтры	ОПК-11	
	Промежуточная аттестация		Зачет

Таблица 1 – **ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ				
ФГОС ВО 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:				
КОМПЕТЕНЦИИ	Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочно-го средства	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-11 Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	Знать: основные принципы цифровой обработки сигналов. Уметь: применять теоретические выводы для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов; применять основные закономерности обработки сигналов для решения практических задач. Владеть: навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.	лекция, самостоятельная работа, лабораторные занятия	Т, Р, ЗЛР, З	Базовый уровень: знает основные принципы цифровой обработки сигналов. Повышенный уровень: Владеет навыками практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Основы цифровой обработки сигналов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2.	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
3.	Защита лабораторных работ (ЗЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов, и их защита.	Отчет о лабораторных работах.
4.	Зачёт	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводится во время сессии.	Вопросы к зачёту

Вопросы к зачету

формирование компетенции ОПК-11

1. Классификация сигналов.
2. Спектральное представление сигналов.
3. Непериодические сигналы
4. Периодические сигналы.
5. Корреляционный анализ.
6. Классификация аналоговых систем.
7. Характеристики линейной стационарной системы.
8. Прохождение сигналов через линейную стационарную систему.
9. Нахождение выходного сигнала с помощью импульсной характеристики $h(t)$.
10. Нахождение выходного сигнала с помощью частотной характеристики $K(j\omega)$.
11. Дискретизация аналогового сигнала. Теорема Котельникова.
12. Дискретизация периодических сигналов.
13. Дискретное преобразование Фурье.
14. Дискретная свертка сигналов.
15. Z-преобразование дискретных сигналов.
16. Корреляционный анализ дискретных сигналов.
17. Цифровая фильтрация сигналов.
18. Реализация цифровых фильтров. Нерекурсивные фильтры.
19. Реализация цифровых фильтров. Рекурсивные фильтры.
20. Сравнение цифровых и аналоговых фильтров.
21. Проектирование полосовых и режекторных фильтров с использованием ФНЧ и ФВЧ.
22. Аппаратная реализация БИХ-фильтра второго порядка форма 1 и 2.
23. Сравнение КИХ и БИХ фильтров.

Текущий контроль

Тестовые задания

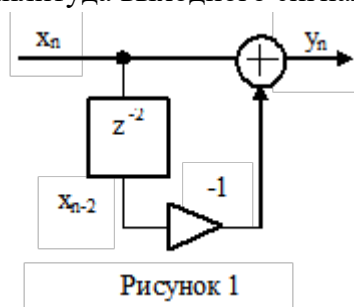
формирование компетенции ОПК-11

1. На входе цифрового фильтра рисунка 1 действует сигнал

$$x_n = \begin{cases} X \sin(\omega n T_d) & \text{при } n \geq 0, \\ 0 & \text{при } n < 0, \end{cases}$$

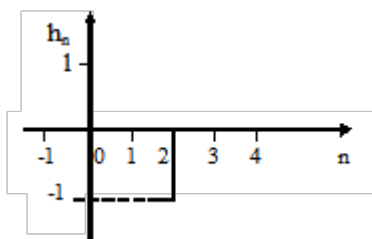
где $\omega T_d = \pi / 2$, $X = 0.2$.

Амплитуда выходного сигнала фильтра в установившемся режиме равна ...



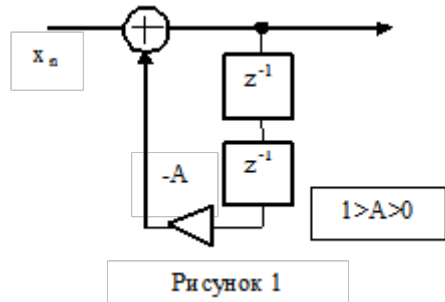
с) 0.4

2. На рисунке приведена импульсная характеристика цифрового фильтра. Коэффициент передачи фильтра на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен



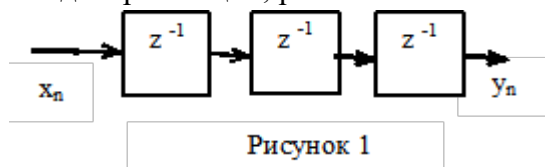
е) 2

3. Фазовый сдвиг, вносимый цифровым фильтром рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



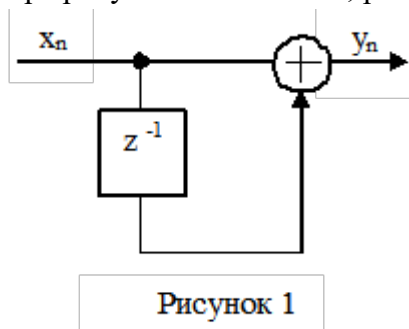
с) 0

4. Фазовый сдвиг, вносимый линией задержки рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



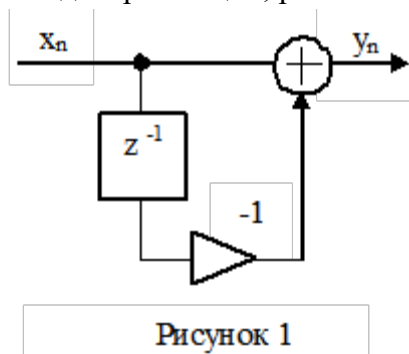
е) $\pi/2$

5. Коэффициент передачи (модуль комплексного коэффициента передачи) цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



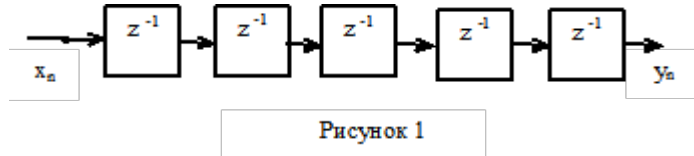
е) $\sqrt{2}$

6. Фазовый сдвиг, вносимый цифровым фильтром рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



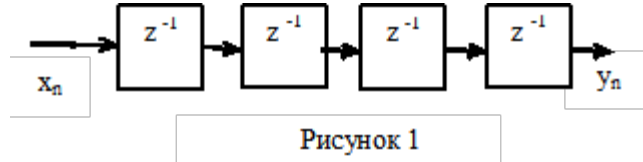
а) $\pi/4$

7. Фазовый сдвиг, вносимый линией задержки рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



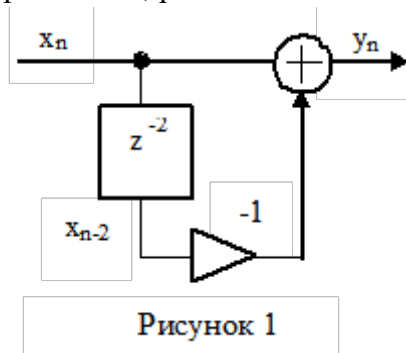
а) $-\pi/2$

8. На входе цифровой линии задержки рисунка 1 действует синусоидальный сигнал x_n с амплитудой, равной единице. Амплитуда выходного сигнала y_n в установившемся режиме равна



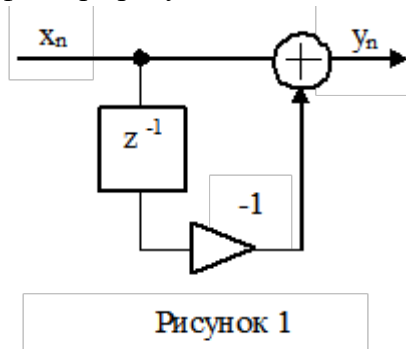
д) 1

9. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



е) 2

10. Коэффициент передачи (модуль комплексного коэффициента передачи) цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



с) $\sqrt{2}$

11. Системная функция цифрового фильтра определяется соотношением

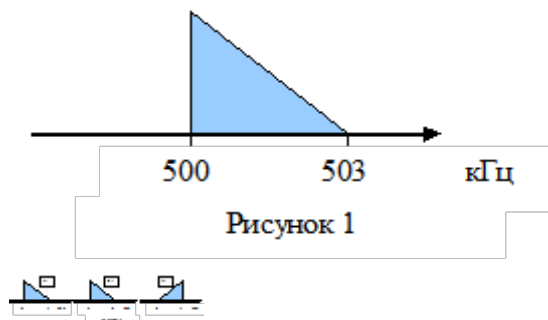
$$H(z) = 1 - 2z^{-1} + z^{-2}.$$

Фазовый сдвиг, вносимый этим фильтром, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...

а) $\pi/2$

12. На рисунке 1 показан спектр сигнала на входе дискретизатора. Частота дискретизации равна 16 кГц.

Спектр сигнала на выходе дискретизатора в интервале частот от нуля до половины частоты дискретизации приведен на рисунке ...



а) Рисунок 2а

13. Системная функция цифрового фильтра описывается соотношением

$$H(z) = \frac{1-A}{1+Az^{-1}}, \quad \text{где } 1>A>0.$$

Коэффициент передачи фильтра на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...

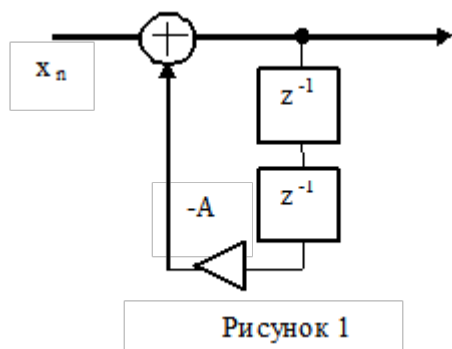
е) 1

14. На входе фильтра рисунка 1 действует сигнал

$$x_n = X \sin(2\pi f n T_d),$$

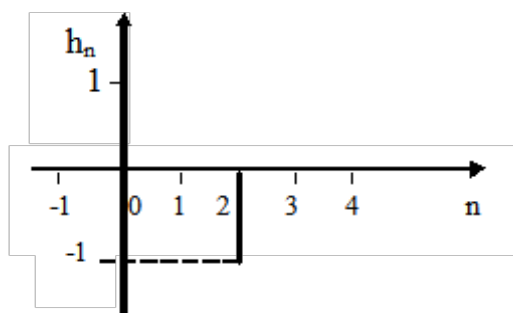
где $f = 10$ МГц, $X = 0.1$, T_d – интервал дискретизации. Частота дискретизации $F_d = 40$ МГц.

Амплитуда выходного сигнала в установившемся режиме при $A = 0.9$ равна ...



с) 1

15. На рисунке приведена импульсная характеристика цифрового фильтра. Коэффициент передачи фильтра на частоте, равной одной восьмой частоты дискретизации, равен ...



а) $\sqrt{2}$

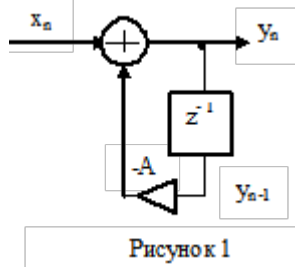
16. Системная функция цифрового фильтра описывается соотношением

$$H(z) = \frac{1}{1+Az^{-1}}, \quad \text{где } 1>A>0.$$

Фазовый сдвиг, вносимый цифровым фильтром, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...

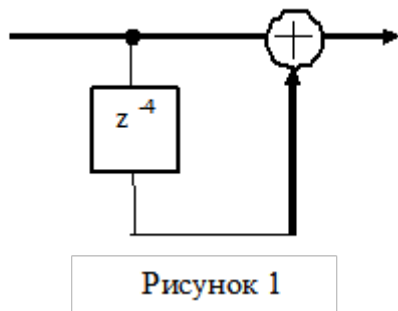
а) 0

17. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 для постоянной составляющей входного сигнала при $A = -0.9$ равен ...



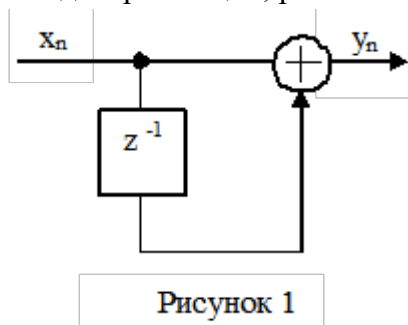
с) 10

18. Коэффициент передачи фильтра рисунка 1 на частоте 1 МГц при частоте дискретизации 8 МГц равен ...



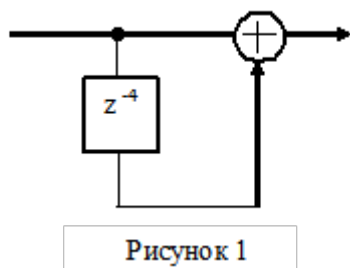
а) 0

19. Фазовый сдвиг, вносимый цифровым фильтром рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



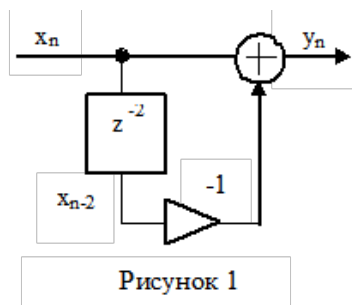
е) $-\pi/4$

20. Фазовый сдвиг, вносимый цифровым фильтром рисунка 1 на частоте 2 МГц при частоте дискретизации 8 МГц, равен ...



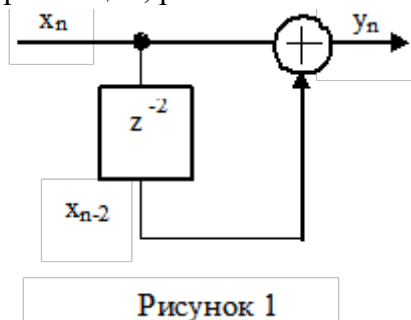
а) 0

21. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 для постоянной составляющей входного сигнала равен



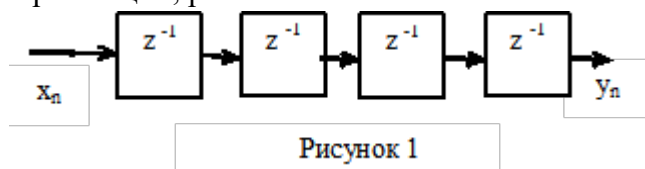
а) 0

22. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



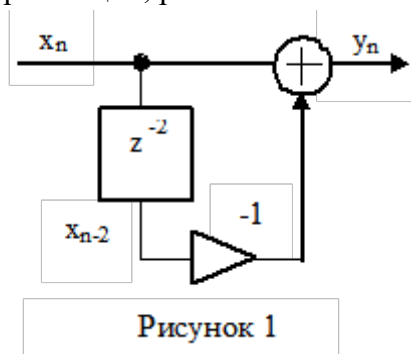
а) 0

23. Фазовый сдвиг, вносимый линией задержки рисунка 1, на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



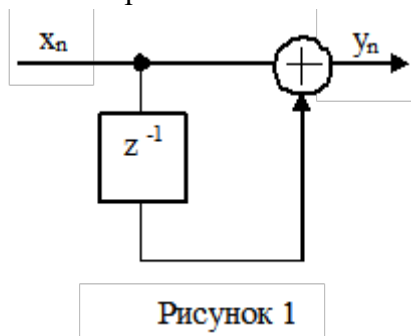
с) 0

24. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной половине частоты дискретизации, равен ...



е) 0

25. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 для постоянной составляющей входного сигнала равен ...



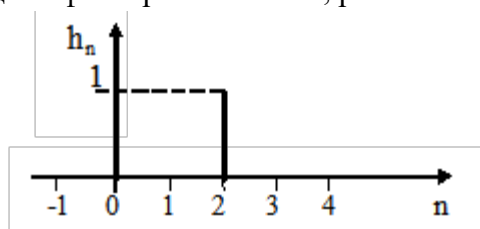
а) 2

26. Системная функция цифрового фильтра определяется соотношением

$$H(z) = 1 - 2z^{-1} + z^{-2}.$$

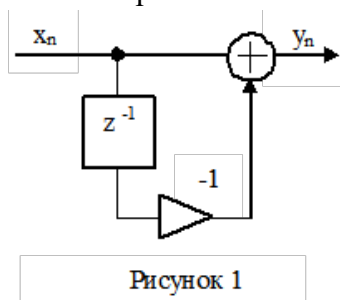
Коэффициент передачи (модуль комплексного коэффициента передачи) фильтра на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ... а) 2

27. На рисунке приведена импульсная характеристика цифрового фильтра. Коэффициент передачи фильтра на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...



а) 0

28. Коэффициент передачи цифрового фильтра рисунка 1 для постоянной составляющей входного сигнала равен ...

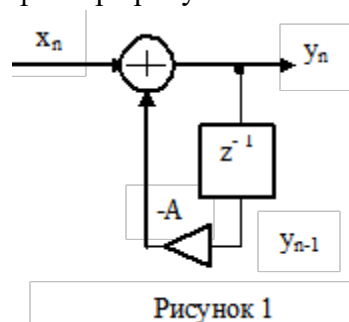


с) 0

29. Системная функция цифрового фильтра описывается соотношением $H(z) = \frac{1}{1 + Az^{-1}}$, где $A = 0.99$. Коэффициент передачи фильтра на частоте, равной четверти частоты дискретизации, равен ...

а) 100

30. Коэффициент передачи (модуль комплексного коэффициента передачи) цифрового фильтра рисунка 1 на частоте, равной четверти частоты дискретизации, при $A = -0.999$ равен ...



с) 0.707

Критерии оценки теста:

отлично - от 90% до 100% правильных ответов;

хорошо - от 75% до 90% правильных ответов;

удовлетворительно - от 50% до 75% правильных ответов;

неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.

Примерная тематика рефератов

формирование компетенции ОПК-11

1. Способы представления сигналов: динамическое и спектральное. Особенности, преимуще-

ства и недостатки.

2. Детерминированные и случайные сигналы. Общая характеристика и классификация. Примеры.
3. Основные типы сигналов: аналоговый, дискретный и цифровой.
4. Шумы и помехи. Выделение в сигналах шумов.
5. Метрология сигналов.
6. Спектральное представление сигналов. Преобразование Фурье.
7. Свойства преобразования Фурье.
8. Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства.
9. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.
10. Дискретное преобразование Фурье. Эффект растекания спектра.
11. Линейная дискретная свертка с использованием дискретного преобразования Фурье.
12. Линейная дискретная свертка. Методы перекрытия с суммированием и перекрытия с накоплением.
13. Z-преобразование сигналов. Свойства z-преобразования. Связь с преобразованием Фурье.
14. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры.
15. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. Импульсная реакция фильтров. Передаточная и частотная характеристики фильтров.
16. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. Устойчивость фильтров.
17. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. БИХ и КИХ-фильтры.
18. Частотные цифровые фильтры. Фильтры-прототипы.
19. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. Фазовая и групповая задержка сигналов.
20. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов. Всепропускающий фильтр и его применение на практике.
21. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов.
22. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Явление Гиббса. Последствия для практики. Нейтрализация явления Гиббса.
23. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.
24. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Дифференцирующие цифровые фильтры.
25. Нерекурсивные и рекурсивные частотные цифровые фильтры. Особенности, преимущества и недостатки.
26. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма.
27. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Синтез режекторных и селекторных фильтров.
28. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Аппроксимационная задача синтеза фильтров.
29. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Фильтр Баттерворта (Butterworth filter).
30. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Фильтр Чебышева первого рода (Chebyshev type I filter).
31. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Фильтр Чебышева второго рода (Chebyshev type II filter).
32. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Эллиптический фильтр (elliptic filter).
33. Рекурсивные частотные цифровые фильтры. Фильтр Бесселя (Bessel filter).
34. Применение частотной фильтрации.
35. Применение дискретного преобразования Фурье.

Критерии оценки реферата

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Цель написания реферата достигнута, задачи решены. Актуальность темы исследования корректно и полно обоснована. Студент демонстрирует способность анализировать материал. Реферат выполнен согласно требованиям.
Хорошо	Цель и задачи выполнения реферата достигнуты. Актуальность темы

	реферата подтверждена. Реферат выполнен с незначительными отклонениями от требований методических указаний.
Удовлетворительно	Цель и задачи реферата достигнуты частично. Актуальность темы реферата определена неубедительно. Студент не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.
Неудовлетворительно	Цель и задачи исследования в реферате не достигнуты. Актуальность темы реферата не указана. Студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылался на мнения учёных, не высказывал своего мнения, не проявил способность к анализу

Тематика лабораторных работ

1. Изучение базовых структур и инструментов программной среды LabVIEW.
2. Исследование аналого-цифрового преобразования в среде LabVIEW.
3. Исследование дискретизации, квантования и восстановления сигнала в среде LabVIEW.
4. Исследование цифровых фильтров в среде LabVIEW.
5. Изучение средств и инструментов представления сигналов и их анализа в программной среде MATLAB.
6. Моделирование аналоговых и цифровых фильтров средствами MATLAB.

Критерии оценки лабораторной работы

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.