

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 17:00:48

Уникальный идентификатор документа

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровая обработка сигналов**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование электронных устройств и систем»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Программирование электронных устройств и систем.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Структура и содержание дисциплины
 - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
 - 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
 - 3.3 Содержание дисциплины
 - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
 - 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
 - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы
 - 4.2. Основная литература
 - 4.3 Дополнительная литература
 - 4.4 Электронные образовательные ресурсы
 - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
 - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
- 5 Материально-техническое обеспечение
- 6 Методические рекомендации
 - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
 - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 - 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
- 7 Фонд оценочных средств
 - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
 - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- Приложение 1
- Приложение 2

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» следует отнести:

- формирование у обучающихся системного представления о методах и алгоритмах цифровой обработки сигналов;
- ознакомление обучающихся с методами анализа дискретных сигналов и систем, проектирования цифровых фильтров;
- формирование навыков разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов для устройств и информационных систем умных пространств.

К основным задачам освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» следует отнести:

- изучение принципов дискретизации и квантования аналоговых сигналов;
- изучение Z-преобразования и его свойств, передаточных функций дискретных систем;
- изучение дискретного преобразования Фурье и алгоритмов быстрого преобразования Фурье;
- изучение методов проектирования цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ);
- изучение методов проектирования цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ);
- изучение методов спектрального анализа сигналов;
- приобретение навыков реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на цифровых сигнальных процессорах и микроконтроллерах;
- приобретение навыков разработки, тестирования и защиты законченного проекта по обработке сигналов для устройства умного пространства.

Обучение по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение	ИПК-3.1. Знает методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, принципы проектирования цифровых фильтров

микропроцессорных систем и цифровых устройств	ИПК-3.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы цифровой обработки сигналов с применением современных инструментальных средств ИПК-3.3. Имеет навыки отладки и тестирования программного обеспечения цифровой обработки сигналов
---	--

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.2) части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программирование электронных устройств и систем».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Цифровая схемотехника», «Физические основы электроники», «Языки высокого уровня».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин «Программирование микроконтроллеров», «Промышленная автоматизация и интернет вещей», а также выполнение курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часов, из них аудиторных — 54 часа, самостоятельная работа обучающихся — 54 часа. Форма промежуточной аттестации — дифференцированный зачет в 4 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 4
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18

1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	Самостоятельная работа	54	54
3	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	дифференцированный зачет
	Итого:	108	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов. Дискретизация и квантование сигналов	12	2	4	6
2	Тема 2. Z-преобразование и его свойства. Передаточная функция дискретных систем	12	2	4	6
3	Тема 3. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	12	2	4	6
4	Тема 4. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ)	12	2	4	6
5	Тема 5. Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ)	12	2	4	6
6	Тема 6. Методы спектрального анализа сигналов	12	2	4	6
7	Тема 7. Реализация алгоритмов ЦОС на цифровых сигнальных процессорах и	36	6	12	18

	микроконтроллерах для систем умных пространств				
	Итого	108	18	36	54

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Введение в цифровую обработку сигналов. Дискретизация и квантование сигналов (2 ч)

Предмет и задачи цифровой обработки сигналов, области ее применения. Понятие аналогового, дискретного и цифрового сигнала. Теорема Котельникова — Найквиста — Шеннона, понятие частоты дискретизации. Явление наложения спектров (алиасинг), способы его предотвращения. Квантование сигнала по уровню, погрешность квантования, понятие разрядности АЦП.

Тема 2. Z-преобразование и его свойства. Передаточная функция дискретных систем (2 ч)

Понятие Z-преобразования, его связь с преобразованием Лапласа для дискретных сигналов. Основные свойства Z-преобразования: линейность, сдвиг, свертка. Понятие передаточной функции дискретной линейной системы, ее связь с разностным уравнением. Понятие устойчивости дискретной системы, расположение полюсов передаточной функции на комплексной плоскости.

Тема 3. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) (2 ч)

Понятие дискретного преобразования Фурье (ДПФ), его свойства. Связь ДПФ с частотным представлением дискретного сигнала. Вычислительная сложность прямого вычисления ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ): принцип прореживания по времени и по частоте, снижение вычислительной сложности. Применение оконных функций при спектральном анализе методом ДПФ.

Тема 4. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ) (2 ч)

Понятие цифрового фильтра, классификация цифровых фильтров. Структура и свойства КИХ-фильтров: линейность фазовой характеристики, безусловная устойчивость. Методы проектирования КИХ-фильтров: метод

оконного взвешивания, метод частотной выборки. Реализация КИХ-фильтра в виде разностного уравнения.

Тема 5. Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ) (2 ч)

Структура и свойства БИХ-фильтров, сравнение с КИХ-фильтрами по вычислительной эффективности. Методы проектирования БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов: билинейное преобразование, инвариантность импульсной характеристики. Вопросы устойчивости БИХ-фильтров, влияние конечной разрядности вычислений.

Тема 6. Методы спектрального анализа сигналов (2 ч)

Понятие спектральной плотности мощности сигнала. Периодограммный метод оценки спектральной плотности мощности. Влияние оконных функций на результаты спектрального анализа: компромисс между разрешением по частоте и уровнем боковых лепестков. Методы усреднения периодограмм для снижения дисперсии оценки спектра.

Тема 7. Реализация алгоритмов ЦОС на цифровых сигнальных процессорах и микроконтроллерах для систем умных пространств (6 ч)

Особенности архитектуры цифровых сигнальных процессоров, ориентированных на выполнение операций умножения с накоплением. Реализация алгоритмов цифровой фильтрации и БПФ на микроконтроллерах с ограниченными вычислительными ресурсами. Вопросы использования арифметики с фиксированной и плавающей точкой при реализации алгоритмов ЦОС. Особенности обработки сигналов датчиков в реальном времени для устройств умных пространств: температуры, вибрации, звука, изображений с низким разрешением.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (36 часов)

Лабораторная работа № 1. Дискретизация и квантование аналогового сигнала (4 ч)

Моделирование процесса дискретизации аналогового сигнала с различной частотой дискретизации. Исследование эффекта наложения спектров при нарушении условий теоремы Котельникова. Оценка погрешности квантования сигнала при различной разрядности АЦП.

Лабораторная работа № 2. Вычисление Z-преобразования и анализ устойчивости дискретной системы (4 ч)

Вычисление Z-преобразования для заданных дискретных последовательностей. Построение передаточной функции дискретной системы по разностному уравнению, анализ расположения полюсов и оценка устойчивости системы.

Лабораторная работа № 3. Реализация дискретного преобразования Фурье и быстрого преобразования Фурье (4 ч)

Программная реализация прямого вычисления дискретного преобразования Фурье. Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье, сравнение вычислительной сложности с прямым методом.

Лабораторная работа № 4. Проектирование КИХ-фильтра методом оконного взвешивания (4 ч)

Расчет коэффициентов КИХ-фильтра нижних частот методом оконного взвешивания с использованием различных оконных функций. Анализ амплитудно-частотной характеристики полученного фильтра.

Лабораторная работа № 5. Проектирование БИХ-фильтра (4 ч)

Расчет коэффициентов БИХ-фильтра на основе аналогового прототипа с использованием билинейного преобразования. Проверка устойчивости полученного фильтра, анализ его частотной характеристики.

Лабораторная работа № 6. Спектральный анализ сигнала с использованием оконных функций (4 ч)

Проведение спектрального анализа зашумленного сигнала периодограммным методом. Исследование влияния выбора оконной функции на результаты спектрального анализа.

Лабораторная работа № 7. Реализация алгоритма ЦОС на микроконтроллере (4 ч)

Реализация алгоритма цифровой фильтрации на микроконтроллере для обработки данных с аналогового датчика в реальном времени. Оценка быстродействия реализованного алгоритма.

Лабораторная работа № 8. Комплексный проект: разработка алгоритма обработки сигнала датчика (8 ч)

Выполнение комплексного проекта по разработке и реализации алгоритма цифровой обработки сигнала датчика (например, фильтрации и спектрального анализа) для устройства умного пространства. Оформление отчета и защита результатов проекта.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (54 часа)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение документации на цифровые сигнальные процессоры и программные библиотеки для цифровой обработки сигналов;
- подготовка к выполнению и защите практических работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий по проектированию цифровых фильтров и спектральному анализу сигналов;
- подготовка обзора (реферата) по современным методам и средствам цифровой обработки сигналов;
- выполнение индивидуального задания по разработке алгоритма обработки сигнала для устройства умного пространства;
- подготовка к тестированию и к дифференцированному зачету.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).
3. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Программирование электронных устройств и систем. Форма обучения: очная.
4. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).

4.2. Основная литература

1. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — Москва : Техносфера, 2006. — 856 с.
2. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. Б. Сергиенко. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. — 768 с.
3. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд. — Москва : Мир, 1978. — 848 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. — Москва : Бином-Пресс, 2006. — 656 с.
2. Айфичер, Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. — Москва : Вильямс, 2004. — 992 с.
3. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов и MATLAB : учебное пособие / А. И. Солонина. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. — 512 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>
4. Документация библиотеки численных вычислений NumPy/SciPy для языка Python. — <https://scipy.org/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Office 2016.
3. Дистрибутив языка программирования Python с необходимыми библиотеками (NumPy, SciPy, Matplotlib) — свободно распространяемое ПО.
4. Среда для инженерных и научных расчетов (например, Octave либо отечественный аналог) — свободно распространяемое ПО.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система «Техэксперт»: нормативно-техническая документация. — <https://cntd.ru/>
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — <https://docs.cntd.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения всех видов занятий необходимо презентационное оборудование (мультимедийный проектор, компьютер, экран) — 1 комплект.

Для проведения практических занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося с доступом в сеть Интернет, а также следующего оборудования:

- отладочные платы с микроконтроллерами или цифровыми сигнальными процессорами для реализации алгоритмов ЦОС;
- аналоговые датчики и модули АЦП для получения экспериментальных данных;
- измерительные приборы: цифровые осциллографы, генераторы сигналов.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — примеры реализаций алгоритмов ЦОС, наборы тестовых сигналов, задания для практических занятий.

Практические занятия целесообразно выстраивать по принципу постепенного усложнения: от дискретизации и Z-преобразования к преобразованию Фурье и проектированию фильтров, а затем к реализации алгоритмов ЦОС на реальных вычислительных платформах.

При проведении занятий рекомендуется использовать разбор реальных примеров обработки сигналов датчиков в системах умных пространств, чтобы обучающиеся видели практическую значимость изучаемого материала.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только формальное соответствие требованиям задания, но и корректность выполненных расчетов и результатов моделирования.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом. Основой теоретической подготовки обучающихся являются лекции.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают документацию программных средств для цифровой обработки сигналов, готовятся к защите практических работ и к дифференцированному зачету, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять приобретению практических навыков программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов и интерпретации результатов моделирования. Рекомендуется регулярно практиковаться в решении задач анализа и синтеза дискретных систем.

6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом их индивидуальных потребностей и по личному заявлению обеспечивается: предоставление учебных материалов в доступных форматах, использование при необходимости специализированных технических средств обучения, увеличение продолжительности выполнения практических и контрольных работ, выбор мест прохождения практики и проведения занятий с учетом состояния здоровья обучающегося, а также иные условия, предусмотренные локальными нормативными актами университета.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита практических работ, оформление отчетов;
- выполнение расчетно-графических заданий и их защита;

- выполнение индивидуального задания по разработке алгоритма обработки сигнала;
- подготовка обзора (реферата) по современным методам цифровой обработки сигналов;
- тест;
- дифференцированный зачет.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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

ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение микропроцессорных систем и цифровых устройств

Показатель	2	3	4	5
знать: методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, принципы проектирования цифровых фильтров	Обучающийся демонстрирует полное соответствие или недостаточное соответствие указанных знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускаются 2–3 незначительные ошибки неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины
уметь: разрабатывать и реализовывать алгоритмы цифровой обработки сигналов с применением современных инструментальных средств	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает значительные затруднения при переносе умений на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает незначительные ошибки неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно применяет их в нестандартных ситуациях
владеть: навыками отладки тестирования программного	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет	Обучающийся владеет указанными навыками, но	Обучающийся владеет указанными навыками,	Обучающийся в полном объеме владеет указанными

обеспечения цифровой обработки сигналов	указанными навыками	допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	допускаются незначительные ошибки затруднения при практических операциях	навыками, свободно оперирует приобретенными знаниями
---	---------------------	--	--	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме дифференцированного зачета 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Все практические работы и индивидуальное задание выполнены и защищены. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.
хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное, но правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо при этом были допущены 2–3 незначительные ошибки. Присутствовал более чем на $\frac{3}{4}$ занятий по дисциплине.

удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. Присутствовал более чем на $\frac{1}{2}$ занятий по дисциплине.
неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для дифференцированного зачета

1. Понятие аналогового, дискретного и цифрового сигнала.
2. Теорема Котельникова — Найквиста — Шеннона, понятие частоты дискретизации.
3. Явление наложения спектров (алиасинг), способы его предотвращения.
4. Квантование сигнала по уровню, погрешность квантования.
5. Понятие Z-преобразования, его связь с преобразованием Лапласа.
6. Основные свойства Z-преобразования.
7. Понятие передаточной функции дискретной линейной системы.
8. Понятие устойчивости дискретной системы, расположение полюсов передаточной функции.
9. Понятие дискретного преобразования Фурье, его свойства.
10. Вычислительная сложность прямого вычисления ДПФ.
11. Алгоритм быстрого преобразования Фурье: принцип прореживания по времени и по частоте.
12. Применение оконных функций при спектральном анализе.
13. Классификация цифровых фильтров, структура и свойства КИХ-фильтров.

14. Методы проектирования КИХ-фильтров.
15. Структура и свойства БИХ-фильтров.
16. Методы проектирования БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов.
17. Вопросы устойчивости БИХ-фильтров.
18. Понятие спектральной плотности мощности сигнала.
19. Периодограммный метод оценки спектральной плотности мощности.
20. Влияние оконных функций на результаты спектрального анализа.
21. Особенности архитектуры цифровых сигнальных процессоров.
22. Реализация алгоритмов цифровой фильтрации на микроконтроллерах.
23. Арифметика с фиксированной и плавающей точкой при реализации алгоритмов ЦОС.
24. Особенности обработки сигналов датчиков в реальном времени для устройств умных пространств.