

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Направления подготовки

«27.03.04 Управление в технических системах»

Основная профессиональная образовательная программа

«Управление и информатика в технических системах»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Цель освоения дисциплины

Подготовка к проектно-конструкторской деятельности, связанной с методами и средствами цифровой обработки сигналов в объектах профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- знакомство с обобщённой схемой цифровой обработки сигналов и математическим описание дискретных и цифровых сигналов;
- изучение основ частотного анализа сигналов, алгоритмов дискретного и быстрого преобразования Фурье;
- освоение методик синтеза цифровых фильтров;
- формирование компетенций у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

Обобщённая задача профессиональной деятельности: Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием (Профессиональный стандарт «24.121. Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами объектов использования атомной энергии»).

Место дисциплины в структуре ООП ВО

При изучении курса «Цифровая обработка сигналов» к студенту предъявляются следующие требования: студент должен знать способы описания сигналов; понятия дискретизации и квантования; принципы работы АЦП и ЦАП, микропроцессоров; уметь использовать разностные уравнения и z-преобразования при решении практических задач; владеть навыками работы в математических редакторах.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Математика, Физика, Основы теории кодирования и защиты информации, Математическое описание сигналов и систем, Теория автоматического управления, Микроконтроллеры и микропроцессоры в системах управления.

Освоение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» в последующем необходимо при изучении дисциплины Цифровые системы автоматического управления; Проектирование систем контроля и управления, при прохождении производственной (технологической) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины «Профессиональный стандарт «24.121. Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами объектов использования атомной энергии» А/02.6. Разработка РД АСУ ТП для ОИАЭ.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	3-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации

		своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий
--	--	--

общефессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-7	Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	З-ОПК-7 Знать: стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники У-ОПК-7 Уметь: производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления В-ОПК-7 Владеть: средствами информационных технологий для поиска, хранения и обработки, анализа и представления информации

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления.	З-ПК-3 Знать: принципы работы типовых программно-аппаратных комплексов и устройств У-ПК-3 Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления В-ПК-3 Владеть: современными компьютерными средствами автоматизации и управления для проведения проектно-конструкторских изысканий

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических исследований студенческих	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной

		современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
--	--	---	--

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 8-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раздела (форма)	Макси маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1 раздел: Основы ЦОС. Цифровая фильтрация									
1	1	Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.	22	2			20		
1	2	Понятие цифрового фильтра.	13	1		2	10		
1	3	Синтез цифровых фильтров	15	1	2	2	10		
1	4	Выбор между КИХ и БИХ-фильтрами.	20				20	Кл1	30 б.
2 раздел: Алгоритмы и реализация ЦОС									
2	5	Частотный анализ. Алгоритмы дискретного и быстрого преобразования Фурье	20	2	1	2	15		
2	6	Способы реализации алгоритмов ЦОС, реализация алгоритмов ЦОС цифровыми сигнальными процессорами.	18		1	2	15		
Вид промежуточной аттестации			108	6	4	8	90	Зачет	40 б.

Кл - коллоквиум

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов. Этапы цифровой обработки. Элементы обобщенной схемы цифровой обработки сигналов. Обобщенная схема цифровой обработки аналоговых сигналов. Основные направления ЦОС. Цифровое телевизионное вещание, медицина, телефония, коммерция, космос, армия, промышленность, наука.	2	1-10
Понятие цифрового фильтра. Виды частотных фильтров. Реальная АЧХ фильтра. Разностные уравнения и передаточные функции КИХ и БИХ-фильтров. Этапы проектирования цифровых фильтров.	1	1-10
Синтез цифровых фильтров. Задание требований к фильтру. Расчет коэффициентов фильтра. Разработка функциональной схемы фильтра. Анализ влияния конечной размерности.	1	1-10
Частотный анализ. Алгоритмы дискретного и быстрого преобразования Фурье. Частотная область. Фазор. Введение в ряды Фурье. Преобразования Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) периодической и конечной последовательности. Свойства ДПФ. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием по времени, по частоте. Обратное БПФ.	2	1-10

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Расчет низкочастотного БИХ-фильтра методом билинейного преобразования	2	15
Расчет полосового БИХ-фильтра методом билинейного преобразования	2	11
Разработка структуры цифрового фильтра	2	12
Способы реализации алгоритмов ЦОС	2	1-10

Перечень лабораторных работ

Тема лабораторного занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Моделирование цифровых фильтров в Simintech	2	1-10
Быстрое преобразование Фурье	1	13
Реализация алгоритмов ЦОС на Python	1	12

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
---	-------------	---------------------------------

1	2	3
Выбор между КИХ и БИХ-фильтрами. Сравнительные характеристики цифровых фильтров.	8	1-10
Способы реализации алгоритмов ЦОС. Аппаратная реализация. Программная реализация. Аппаратно-программная реализация. Реализация алгоритмов ЦОС цифровыми сигнальными процессорами. Микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые сигнальные процессоры. Требования, предъявляемый к цифровым процессорам обработки сигналов.	8	1-10
Цифровой спектральный анализ.	8	1-10
Нелинейная обработка. Дискретное косинус-преобразование.	8	1-10
Вейвлет-преобразования. Преобразование Уолша. Преобразование Адамара	8	1-10
Цифровая обработка изображений.	8	1-10
Вычислительная сложность ДПФ. Реализация БПФ с частотной выборкой. Сравнение алгоритмов БПФ с временной и частотной выборкой.	8	1-10
Архитектура цифровых процессоров обработки сигналов. Сравнение производительности процессоров.	8	1-10
Разновидности ЦПОС с точки зрения назначения. Интегрированные отладочные средства.	10	1-10
Области применения цифровой обработки сигналов. Цифровое телевизионное вещание, медицина, телефония, коммерция, космос, армия, промышленность, наука.	10	1-10

Контрольная работа

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий по теме или разделу. Выполняется по индивидуальному заданию, представленному в методических указаниях для выполнения контрольных работ по дисциплине.

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических и лабораторных занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Основы ЦОС. Цифровая	3- УКЦ-1 3-ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7,	Практическая работа 1 Практическая работа 2

	фильтрация	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3.	Лабораторная работа 1 Коллоквиум 1 (письменно)
3	Алгоритмы и реализация ЦОС	З- УКЦ-1, З-ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3.	Практическая работа 3 Практическая работа 4 Лабораторная работа 2 Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3.	Вопросы к зачету (устно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и лабораторных работ и устный опрос по результатам их выполнения, реферат.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются коллоквиум 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы. По итогам обучения выставляется зачет.

Вопросы входного контроля

1. Дискретное преобразование Фурье.
2. Принцип работы АЦП.
3. Принцип работы ЦАП.
4. Квантование по времени и по уровню.
5. Z-преобразование
6. Дельта-функция и импульсная характеристика.
7. Понятие передаточной функции.
8. Временные характеристики.
9. Частотные характеристики.
10. Разностное уравнение.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на практических и лабораторных занятиях, реферат.

Темы рефератов

1. ЦОС в атомной энергетике.
2. ЦОС в цифровом телевизионном вещании.
3. ЦОС в медицине (диагностика медицинских изображений, анализ электрокардиограмм, хранение и чтение медицинских изображений).
4. ЦОС в освоении космоса (улучшение космических фотографий, сжатие данных, анализ сигналов от удаленных космических зондов, полученных от интеллектуальных сенсоров).
5. ЦОС в коммерции (сжатие изображений и звука для мультимедийных презентаций, специальные эффекты в кино, созыв видео конференций).
6. ЦОС в телефонии (сжатие данных и речевых сигналов, подавление эха, мультиплексирование сигналов, фильтрация).
7. ЦОС в армии (радиолокация, ультразвуковая локация, наведение на цели, защищенная связь).
8. ЦОС в промышленности (предсказание месторождений нефти и минералов, процессы проверки и управления, неразрушающий контроль, САД и инструменты проектирования).
9. ЦОС в науке (запись и анализ землетрясений, сбор данных, спектральный анализ, моделирование).
10. Процессоры компании Texas Instruments.
11. Процессоры Analog Devices.
12. Процессоры фирмы Motorola.

Вопросы коллоквиума 1.

1. Для чего в обобщённой схеме ЦОС предназначен кодер?
2. Чем отличается дискретный сигнал от цифрового?
3. Как звучит теорема Котельникова?
4. Как может быть реализовано устройство ЦОС?
5. Какая ошибка возникает в АЦП?
6. Приведите примеры ЦОС в реальном и нереальном времени?
7. Что подразумевается под динамическим диапазоном дискретного сигнала?
8. Для чего предназначен сглаживающий фильтр в декодере обобщенной схемы ЦОС?
9. Какое преобразование описывает аналоговые сигналы в p -плоскости, а какое в частотной области?
10. Какие преобразования используют для описания дискретных сигналов?
11. Что в общем смысле подразумевается под цифровым фильтром?
12. Как классифицируются частотно-избирательные фильтры?
13. Чем отличаются КИХ- и БИХ-фильтры?
14. Перечислите методы синтеза КИХ-фильтров.
15. Перечислите методы синтеза БИХ-фильтров.
16. Какие аналоговые фильтры-прототипы вам известны?
17. Какие требования задают для АЧХ при синтезе цифрового фильтра?
18. Что такое импульсная характеристика и передаточная функция ЦФ?
19. Как найти передаточную функцию ЦФ по разностному уравнению?
20. Как определить устойчивость ЦФ по значениям его нулей и полюсов?
21. Перечислите структуры КИХ-фильтров.
22. Перечислите структуры БИХ-фильтров.
23. Что произойдет с цифровым сигналом при прохождении его через фильтр, если его частота не находится в полосе пропускания ЦФ?
24. На что влияет порядок фильтра?
25. В чем заключается метод частотной выборки?
26. В чем заключается метод взвешивания?
27. В чем заключается метод инвариантного преобразования импульсной характеристики?
28. В чем заключается метод билинейного преобразования?

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 5 баллов Практическая работа 2- 5 баллов Лабораторная работа 1 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 15 б.	30 баллов / 24 балла

Вопросы коллоквиума 2.

1. Для каких целей используется дискретное преобразование Фурье?
2. Как записывается экспоненциальная форма ДПФ?
3. Как записывается тригонометрическая форма ДПФ?
4. Как рассчитывается амплитуда и фазовый угол ДПФ?
5. Как рассчитываются частоты анализа ДПФ?
6. Какие характеристики ДПФ не изменяются при сдвиге отсчетов исходного дискретного сигнала?
7. Каким образом осуществляется дискретизация непрерывного сигнала?

8. Какое преобразование используется для перевода сигнала из частотного представления во временное?
9. Какой недостаток имеет ДПФ?
10. Для чего при расчете ДПФ используется алгоритм БПФ?
11. В чем заключается алгоритм БПФ с прореживанием по времени?
12. Как рассчитывается поворачивающий множитель?
13. До каких пор можно осуществлять деление N-точечного преобразования в алгоритме БПФ?
14. Как рассчитывается элементарная операция бабочка?
15. В чем достоинство и недостатки программной реализации алгоритмов ЦОС?
16. В чем достоинство и недостатки аппаратной реализации алгоритмов ЦОС?
17. Приведите пример задачи, в которой необходимо представление сигналов в частотной области.
18. Что такое фазор?
19. Записать прямое и обратное преобразование Фурье.
20. Привести примеры фирм-производителей цифровых сигнальных процессоров.

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 3 - 5 баллов Практическая работа 4 – 5 баллов Лабораторная работа 2 – 5 баллов	Коллоквиум 2 - 15 б.	30 баллов / 24 балла

Теоретические вопросы на зачет.

1. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов.
2. Основные направления ЦОС. Обзор областей применения.
3. ЦОС в телекоммуникации: мультиплексирование, сжатие, подавление отраженных сигналов.
4. ЦОС в обработке звуковых сигналов: музыка, генерация речи, распознавание речи.
5. Применение ЦОС: эхолокация, гидролокация, радиолокация, сейсморазведка и другое.
6. Понятие цифрового фильтра.
7. Частотно-избирательные фильтры: идеальные АЧХ и реальная АЧХ.
8. Этапы проектирования цифровых фильтров.
9. Выбор между КИХ- и БИХ-фильтрами.
10. Задание требований к фильтру.
11. Расчет коэффициентов фильтра.
12. Разработка функциональной схемы фильтра.
13. Анализ влияния конечной размерности.
14. Частотный анализ. Фазор.
15. Прямое и обратное преобразование Фурье.
16. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) периодической и конечной последовательности.
17. Свойства ДПФ.
18. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием по времени, по частоте.
19. Обратное БПФ.
20. Классификация способов реализации алгоритмов ЦОС.
21. Аппаратная реализация.
22. Программная реализация.
23. Аппаратно-программная реализация.
24. Высокая скорость поступления данных.
25. Широкий диапазон изменения входных/выходных данных.
26. Большое количество операций сложения, умножения, логических операций.
27. Необходимость обеспечения гибкости и перенастройки.

28. Параллелизм алгоритмов.
29. Регулярность алгоритмов.
30. Общие свойства ЦПОС.
31. Программная реализация алгоритма цифровой фильтрации
32. Сравнение: микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые сигнальные процессоры.
33. Требования, предъявляемый к цифровым процессорам обработки сигналов.

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (20 баллов за каждый вопрос).

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	«зачтено» 24 - 40 баллов	– Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	«не зачтено» 0 -23 баллов	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Таблица для анализа соответствия и взаимного пересчета оценок в различных шкалах

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка (ECTS)	Градация
90 – 100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85 – 89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75 – 84			C	хорошо
70 – 74			D	удовлетворительно
65 – 69	3 (удовлетворительно)		E	посредственно
60 – 64				
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Строгонов, А.В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем [Электронный ресурс] учебное пособие / А.В. Строгонов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104960>.

- Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] учебное пособие / А.Л. Магазинникова. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76274>.

Дополнительная литература:

- Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / В. Н. Васюков. — Новосибирск: НГТУ, 2018. — 76 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118270>.
- Гетманов В.Г. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Г. Гетманов. - изд. 2-е, расш. и перераб. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2010. – 232 с. (электронно-библиотечная система издательства НИЯУ МИФИ) <https://reader.lanbook.com/book/75740#2>
- Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 512 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/133898>.
- Древс Ю.Г. Системы реального времени: технические и программные средства [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древс. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2010. (электронно-библиотечная система издательства НИЯУ МИФИ) <https://reader.lanbook.com/book/75713#1>.
- Нечес, И. О. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. О. Нечес. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 84 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/140606>.
- Столлов, Е.Л. Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Л. Столлов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106736>.
- Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1090>.
- Федотов, А. А. Введение в цифровую обработку биомедицинских изображений : учебное пособие / А. А. Федотов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 108 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/112697>.

Методические указания:

- Мефедова Ю.А. Расчет полосового БИХ-фильтра / Ю.А.Мефедова, – Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015. - 20с.
- Мефедова Ю.А. Разработка структуры цифрового фильтра / Ю.А.Мефедова, – Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015. - 18с.
- Мефедова Ю.А. Дискретное преобразование Фурье / Ю.А.Мефедова. – Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015. - 12с.
- Мефедова Ю.А. Быстрое преобразование Фурье / Ю.А.Мефедова. – Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015. - 16с.
- Мефедова Ю.А. Расчет низкочастотного БИХ-фильтра методом билинейного преобразования / Ю.А.Мефедова, – Балаково: БИТТУ, СГТУ – 2015. - 16с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- «Simintech»;
- Журнал «Цифровая обработка сигналов» www.dsps.ru

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические и лабораторные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами.

Учебно-методические рекомендации для студентов

- Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам,

а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая 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, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятию..

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практической работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочую программу составили: доцент Мефедова Ю.А., преподаватель Несытых И. В.

Рецензент: доцент Грицюк С.Н.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах.

Председатель учебно-методической комиссии Мефедова Ю.А.