

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
РАСЧЕТ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	2	72	15	0	15		42	0	3
Итого	2	72	15	0	15	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению современных методов расчета цифровых фильтров и рассмотрению особенностей их применения для обработки дискретных сигналов в системах контроля и управления сложных технических объектов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Расчет цифровых фильтров и их применение» являются теоретическое и практическое освоение основных методов расчета цифровых фильтров, а также формирование практических навыков разработки вычислительно эффективных алгоритмов их программной реализации.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс представляет собой дисциплину части цикла математических и естественнонаучных дисциплин, которая является частью теоретической профилирующей подготовки магистров. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основ цифровой обработки сигналов, операционного исчисления и программирования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 [1] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 [1] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [1] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [1] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
анализ и математическое моделирование динамических систем	сложные технические системы	<p>ПК-8.1 [1] - способен разрабатывать математическое обеспечение киберфизических систем</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 32.002</p>	<p>З-ПК-8.1[1] - знать методы прикладной математики, используемые при построении математических моделей киберфизических систем;</p> <p>У-ПК-8.1[1] - уметь обоснованно выбирать и применять методы прикладной математики при разработке математического обеспечения киберфизических систем;</p> <p>В-ПК-8.1[1] - владеть программными средствами, используемыми при разработке математического обеспечения киберфизических систем</p>
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	<p>ПК-1 [1] - способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования. ;</p> <p>У-ПК-1[1] - Уметь</p>

			<p>ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических средств научных исследований, методами анализа и синтеза научной информации.</p>
<p>анализ и математическое моделирование физических процессов</p>	<p>системы ядерно-энергетического комплекса</p>	<p>ПК-2 [1] - способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методов и алгоритмов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.057</p>	<p>З-ПК-2[1] - Знать текущее положение современных научных достижений, современные математические методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения. ; У-ПК-2[1] - Уметь применять современные математические методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения.; В-ПК-2[1] - Владеть навыками разработки</p>

			и внедрения наукоемкого программного обеспечения.
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	<p>ПК-3 [1] - способен развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать основы планирования и организации научных исследований в профессиональной области; методику постановки задач по решению теоретических и прикладных исследовательских проблем; методы и средства научных исследований в профессиональной области, правила и принципы научной этики, методы математического моделирования. ;</p> <p>У-ПК-3[1] - Уметь оценивать и развивать инновационный потенциал новых научных и научно-технологических разработок, осуществлять постановку задач по решению теоретических и прикладных исследовательских проблем; составить план научных исследований; выдвинуть гипотезы по направлению исследований и соотнести их с полученными результатами; организовать свою научно-исследовательскую работу; определять методы и средства</p>

			<p>научных исследований для решения конкретных задач в своей предметной области; оценивать результаты исследований, использовать методы математического моделирования;</p> <p>В-ПК-3[1] - Владеть навыками постановки задач по решению теоретических и прикладных исследовательских проблем; навыками выбора и использования методов и средств научных исследований задач в своей предметной области; навыками методами работы с литературными источниками; методами анализа результатов научных исследований; методами обобщения результатов научных исследований для развития инновационного потенциала новых научных и научно-технологических разработок</p>
<p>анализ и математическое моделирование физических процессов</p>	<p>системы ядерно-энергетического комплекса</p>	<p>ПК-4 [1] - способен проводить экспертизы инновационных проектов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-4[1] - Знать основные методы и принципы экспертизы инновационных проектов в сфере своей профессиональной деятельности. ;</p> <p>У-ПК-4[1] - Уметь проводить экспертизы инновационных проектов, оценивать перспективы развития</p>

			проектов в сфере своей профессиональной деятельности.; В-ПК-4[1] - Владеть навыками проведения экспертизы инновационных проектов в сфере своей профессиональной деятельности.
производственно-технологический			
разработка и сопровождение программного обеспечения;	информационные и программные системы	ПК-8.2 [1] - способен разрабатывать и применять алгоритмическое и программное обеспечение киберфизических систем <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.017	З-ПК-8.2[1] - знать алгоритмы, используемые при разработке программного обеспечения киберфизических систем; У-ПК-8.2[1] - уметь проектировать и разрабатывать программное обеспечение, реализующее алгоритмы функционирования киберфизических систем, определять требуемые для выполнения задачи ресурсы; В-ПК-8.2[1] - владеть навыками использования прикладного программного обеспечения, применяемого при разработке и использовании киберфизических систем
разработка и сопровождение программного обеспечения;	информационные и программные системы	ПК-6 [1] - способен к проектированию и разработке наукоемкого программного обеспечения на основе технического задания	З-ПК-6[1] - Знать основные цели и задачи проектирования и разработки наукоемкого программного

		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.003</p>	<p>обеспечения на основе технического задания. ; У-ПК-6[1] - Уметь разрабатывать наукоемкое программное обеспечение на основе технического задания.; В-ПК-6[1] - Владеть навыками разработки и проектирования наукоемкого программного обеспечения на основе технического задания.</p>
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/8		30	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
2	Второй раздел	9-15	7/0/7		20	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/0/15		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3	3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2,

							3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8.1, У-ПК-8.1, В-ПК-8.1
--	--	--	--	--	--	--	---

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	0	15
1-8	Первый раздел	8	0	8
1 - 8	Раздел 1 Роль и место цифровой обработки сигналов в современных информационных системах. Дискретизация сигналов. Линейные инвариантные к сдвигу системы. Импульсная характеристика системы. Связь между входным и выходным сигналами в линейных инвариантных к сдвигу системах. Устойчивые и физически реализуемые системы. Представление дискретных сигналов и систем в частотной области. Нахождение импульсной характеристики системы по ее частотной характеристике. Цифровые фильтры и их свойства. Цифровые фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Особенности синтеза цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой. Метод	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0

	взвешивания и способы его практической реализации. Расчет КИХ-фильтров методом частотной выборки. Особенности практического применения метода частотных выборок.			
9-15	Второй раздел	7	0	7
9 - 15	Раздел 2 Методы расчета оптимальных КИХ-фильтров. Соотношения между параметрами оптимального фильтра. Теорема Чебышева и ее использование. Расчет КИХ-фильтров с максимумом пульсаций. Расчет оптимальных КИХ-фильтров методом линейного программирования. Синтез цифровых КИХ-фильтров по второму алгоритму замены Ремеза. Особенности синтеза многомерных фильтров. Синтез цифровых фильтров с круговой симметрией. Синтез интерполяционных КИХ-фильтров. Примеры практического использования цифровых фильтров в системах контроля и управления сложных технических объектов.	Всего аудиторных часов		
		7	0	7
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 4	Работа №1 Расчет КИХ-фильтров методом взвешивания и способы его практической реализации.
5 - 8	Работа №2 Расчет КИХ-фильтров методом частотной выборки.
9 - 15	Работа №3 Синтез оптимальных КИХ-фильтров.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс базируется на сочетании и совмещении теоретической и практической подготовки студентов в рамках единых занятий. В начале занятий даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление

пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

6. 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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	3
	У-ПК-1	3
	В-ПК-1	3
ПК-2	З-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	3
	У-ПК-3	3
	В-ПК-3	3
ПК-4	З-ПК-4	3
	У-ПК-4	3
	В-ПК-4	3
ПК-6	З-ПК-6	3
	У-ПК-6	3
	В-ПК-6	3
ПК-8.1	З-ПК-8.1	3
	У-ПК-8.1	3
	В-ПК-8.1	3
ПК-8.2	З-ПК-8.2	3
	У-ПК-8.2	3
	В-ПК-8.2	3
УКЦ-1	З-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	3
	У-УКЦ-2	3
	В-УКЦ-2	3

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-

балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F
Ниже 60			

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 С32 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, Сергиенко А.Б., Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2011
2. ЭИ С 86 Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : , Строгонов А. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.39 P12 Теория и применение цифровой обработки сигналов : , Гоулд Б., Рабинер Л.Р., М.: Мир, 1978
2. 681.3 О-62 Цифровая обработка сигналов : , Шафер Р.В., Оппенгейм А.В., М.: Связь, 1979
3. 621.37 К20 Цифровые фильтры и их применение : , Каппелини В., Эмилиани П., Константиноидис А.Д., М.: Энергоатомиздат, 1983

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. gcc ()
2. Visual C++ (К-312, К-315)
3. СИМУС (К-312, К-315)
4. Python ()

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерный класс ()
2. Проектор ()

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студентам настоятельно рекомендуется посещать лекции и в диалоге с преподавателем уточнять все интересующие их вопросы.

Курс «Расчет цифровых фильтров и их применение» предполагает выполнение трех лабораторных работ:

1. Синтез цифровых КИХ-фильтров методом взвешивания.
2. Расчет цифровых КИХ-фильтров методом частотной выборки.
3. Синтез оптимальных КИХ-фильтров.

Порядок их выполнения следующий:

1. Проработать соответствующий теоретический материал курса «Расчет цифровых фильтров и их применение».
2. Ознакомиться с основными положениями и порядком выполнения работы.

3. Строго придерживаться своего варианта, который определяется номером студента в списке группы.

4. Согласно выданному варианту, осуществить программную реализацию указанного в задании метода расчета требуемого цифрового фильтра.

5. Провести компьютерное моделирование рассматриваемого метода синтеза цифрового фильтра и качества рассчитанного на его основе фильтра.

6. Продемонстрировать преподавателю результаты выполнения работы.

7. Провести анализ полученных результатов.

8. Оформить отчет о лабораторной работе.

В качестве языка программирования следует использовать C/C++, в качестве компилятора – GNU gcc или Microsoft Visual C++. Возможно использование языка программирования Python.

При подготовке к выполнению лабораторных работ и зачету рекомендуется обратить внимание на следующие вопросы:

1. Дайте определение цифрового фильтра.
2. Чем КИХ-фильтр отличается от БИХ-фильтра?
3. Перечислите основные свойства КИХ-фильтров.
4. Каковы особенности синтеза цифровых КИХ-фильтров?
5. На чем основан метод взвешивания синтеза КИХ-фильтров?
6. Приведите графическую интерпретацию для метода взвешивания.
7. Как проявляется явление Гиббса при синтезе КИХ-фильтров методом взвешивания?
8. Каковы меры борьбы с явлением Гиббса?
9. Какие «окна» чаще всего используются в методе взвешивания?
10. Какое «окно» обеспечивает получение самой узкой переходной полосы при синтезе КИХ-фильтров методом взвешивания?
11. Какое «окно» обеспечивает достижение минимального уровня пульсаций в полосах пропускания и непропускания при синтезе КИХ-фильтров методом взвешивания?
12. Можно ли метод взвешивания применить для синтеза многомерных фильтров?
13. На чем основан метод частотной выборки?
14. Каким методом проводится оптимизация значений частотных выборок в переходной полосе?
15. Как формулируется задача линейного программирования для метода частотных выборок?
16. Как связана величина уровня пульсаций в полосах пропускания и непропускания с числом выборок в переходной полосе?
17. Каковы особенности практического применения метода частотных выборок?
18. Какие критерии оптимальности могут быть использованы при расчете КИХ-фильтров?
19. Сформулируйте обобщенную теорему Чебышева.
20. Назовите основные методы синтеза оптимальных фильтров.
21. Как осуществляется расчет КИХ-фильтров с максимумом пульсаций?
22. Как осуществляется расчет оптимальных КИХ-фильтров методом линейного программирования?

23. Как осуществляется расчет оптимальных КИХ-фильтров по второму алгоритму замены Ремеза?

24. Каковы соотношения между параметрами оптимального фильтра?

25. Каковы особенности синтеза интерполяционных цифровых КИХ-фильтров?

Литература

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 С32 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2011

2. ЭИ С 86 Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : , Москва: Лань", 2015

3. 517 Б82 Обработка цифровых сигналов и изображений с помощью вейвлетов : тексты лекций, Н. А. Борисенко, В. А. Нечитайло, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.3 О-62 Цифровая обработка сигналов : , А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер, М.: Связь, 1979

2. 621.37 К20 Цифровые фильтры и их применение : , Каппелини В., Константинович А.Д., Эмилиани П.; Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1983

3. 621.39 Р12 Теория и применение цифровой обработки сигналов : , Рабинер Л.Р., Гоулд Б.; Пер. с англ., М.: Мир, 1978

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Теоретический материал излагается студентам на лекциях, также он осваивается ими в рамках самостоятельной работы и уровень его усвоения контролируется преподавателем при защите лабораторного практикума и на практических занятиях.

В начале каждого практического занятия дается обзор средств, используемых для решения задач, выборочно в устной форме контролируется готовность студентов к их применению. В конце практического занятия сообщается тема следующего для подготовки к нему в рамках самостоятельной работы.

Лабораторный практикум предполагает практическое освоение навыков расчета и программной реализации цифровых фильтров и требует разработки программных средств. Следует контролировать не только понимание алгоритмов, но и умение их грамотно и эффективно реализовывать.

При изучении курса студенты выполняют три лабораторных работы. При их реализации студентам необходимо строго придерживаться своего варианта, который определяется номером студента в списке группы. Выполнение работы должно сопровождаться краткими объяснениями методов расчета и подробными вычислениями.

При расчетах следует привести единицы всех физических величин — как заданных, так и полученных при решении. При построении графиков следует указать обозначения величин по осям координат и отметить точки, полученные в результате расчетов.

Автор(ы):

Саманчук Владимир Никифорович