Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 23.06.2025 12:06:21
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ И.Г. Игнатова
«27» 11 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые фильтры»

Направление подготовки - 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Направленность (профиль) – «Встраиваемые системы: от устройств IoT до роботехнических комплексов»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 021B3F91004AAD61874DBC90987DB30618
Владелец: Беспалов Владимир Александрович
Действителен: с 17.06.2021 до 17.06.2022

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских работ в области разработки аппаратных средств вычислительной техники и встраиваемых сенсорных систем» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.028 «Системный программист».

Обобщенная трудовая функция D (7) – Организация разработки системного программного обеспечения

Трудовая функция D /01.7– «Планирование разработки системного программного обеспечения».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций**
ПК-1.ЦФ. Способен на основе современных математических методов и программных средств исследовать и разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов.	Разработка программного обеспечения вычислительной техники и высокопроизводительных систем	***Знания*** основных методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) и их теоретических обоснований. ***Умения*** анализировать и синтезировать типовые системы ЦОС. ***Опыт*** проектирования программно реализуемых частотно-избирательных фильтров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: слушатели должны быть знакомы с основами математического анализа, теории вероятностей, линейной алгеброй и аналитической геометрией, а также теорией рядов и преобразования Фурье в объёме бакалавриата технических специальностей.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	5	180	24	8	32	80	Экз. (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Математическое описание линейных дискретных систем	14	-	20	44	Коллоквиум Выполнение и контроль домашних заданий Выполнение и контроль самостоятельной работы
2. Анализ и синтез цифровых фильтров	10	8	12	36	Контрольная работа Защита лабораторных работ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Задачи курса. Основные понятия и положение теории аналоговых линейно-инвариантных систем обработки сигналов.
	2	2	Преобразование непрерывных сигналов в дискретные. Эффект наложения частот. Теорема Котельникова. Спектр дискретного сигнала.
	3	2	Математическое описание дискретных и аналоговых сигналов: преобразование Фурье, преобразование Лапласа, z-преобразование

	4	2	Определение линейной дискретной системы (ЛДС), отклик на входное воздействие, импульсная характеристика, передаточная функция ЛДС, виды ЛДС, устойчивость ЛДС
	5	2	Частотная характеристика ЛДС, физический смысл. Определение отклика ЛДС на гармоническое воздействие в установившемся режиме.
	6	2	Структурные схемы ЛДС: прямая, прямая каноническая, транспонированная структурная схемы. Параллельная и каскадная реализации.
	7	2	Выделение эталонного сигнала на фоне помех. Согласованная фильтрация.
2	8	2	Этапы проектирования цифровых фильтров. Задача проектирования частотно-избирательных фильтров. КИХ-, БИХ-фильтры
	9	2	КИХ-фильтры с линейной фазой, оконный метод синтеза КИХ-фильтров.
	10	2	Преобразователи Гильберта и дифференциаторы.
	11	2	Синтез дискретных БИХ-фильтров по аналоговым прототипам.
	12	2	Основы адаптивной фильтрация. Адаптивный линейный сумматор. Фильтр Винера.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1, 2	4	Математическое описание дискретных и аналоговых сигналов: преобразование Фурье, преобразование Лапласа, z-преобразование
	3	2	Характеристики ЛДС. Устойчивость ЛДС
	4	2	Структурные схемы ЛДС. Расчет и анализ АЧХ и ФЧХ.
	5	2	Минимально-фазовые и неминимально-фазовые системы.
	6	2	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Использование ДПФ для спектрального анализа.
	7	2	Многоскоростные цифровые системы, преобразование частоты дискретизации
	8	2	Квантование и погрешности аналого-цифрового преобразования, шумы цифровых систем
	9	2	Контрольная работа по изученному материалу модуля.
	10	2	Коллоквиум.
2	11	2	Оконный метод синтеза КИХ-фильтров.
	12	2	Синтез оптимальных КИХ-фильтров с равнопульсирующей АЧХ.

	13	2	Цифровые преобразователи Гильберта и цифровые дифференциаторы.
	14	2	Синтез БИХ-фильтров методом инвариантности импульсной характеристики.
	15	2	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования.
	16	2	Адаптивная фильтрация.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лаб. работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Синтез частотно-избирательных КИХ-фильтров по заданной спецификации АЧХ
	2	4	Синтез частотно-избирательных БИХ-фильтров по заданной спецификации АЧХ

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	22	Выполнение домашних заданий
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
	14	Подготовка к коллоквиуму
2	16	Подготовка к лабораторным работам
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
	12	Подготовка к контрольной работе (выполнение домашних заданий)

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины включает в себя рекомендуемую литературу и ресурсы сети интернет, а также электронные образовательные ресурсы дисциплины в системе ОРИОКС, http://orioks.miet.ru/, в том числе «Методические указания студентам по изучению дисциплины».

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2019. - 550 с. - (Мир цифровой обработки). - URL: https://e.lanbook.com/book/140543 (дата обращения: 31.03.2020). - ISBN 978-5-94836-557-2
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер; перевод С. Ф. Боева. - 3-е изд, испр. - Москва : Техносфера, 2012. - 1048 с. - (Мир радиоэлектроники). - URL: https://e.lanbook.com/book/73524 (дата обращения: 07.04.2020). - ISBN 978-5-94836-329-5

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 28.09.2020). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

В частности, для взаимодействия преподавателя со студентом с целью оперативного консультирования по вопросам текущих домашних заданий и используется электронная почта. Отчётные домашние задания оформляются студентами в электронном виде и направляются на почту преподавателя, после проверки очередного задания преподаватель направляет об этом информацию студенту на его электронную почту с указанием замечаний и итогового зачтённого балла.

Почтовая рассылка используется также для доведения до студентов оперативных материалов: презентаций к текущим занятиям, заданий для самостоятельного выполнения.

Для взаимодействия студентов с преподавателем при необходимости также используются программа Discord.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень программного обеспечения**
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC, MATLAB
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC, MATLAB

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-1.ЦФ. «Способность на основе современных математических методов и программных средств исследовать и разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС URL: http://orioks.miet.ru/.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Рекомендуется посещение всех учебных занятий. Посещение занятий с контрольными мероприятиями является обязательным. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Они проводятся лектором раз в две недели, их посещать необязательно.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре и ответ на экзамене. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена на платформе ОРИОКС http://orioks.miet.ru. При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому контрольному мероприятию установлено максимальное и минимальное засчитываемое число баллов.

2) Электронный отчёт по каждому зачётному домашнему заданию высылается на почту преподавателя для проверки и оценивания. Далее, при наличии замечаний по отчёту, направленных преподавателем студенту, последний имеет возможность повысить балл, повторно отправив преподавателю доработанную версию домашнего задания по электронной почте.

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор кафедры ВМ-1, д.ф.-м.н., проф. С.В. Умняшкин

Рабочая программа дисциплины «Цифровые фильтры» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Встраиваемые системы: от устройств IoT до роботехнических комплексов», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 10.11 2020 года, протокол № 3

Заведующий кафедрой ВМ-1 _____/ Прокофьев А.А./

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Институтом МПСУ

Зам. директора Института по ОД _____ / Калеев Д.В./

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____/ Никулина И.М. /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____/ Филиппова Т.П./