

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Энергетический

22.04.2017 С. А. Ганджа

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-0225

дисциплины ДВ.1.05.01 Обработка информации в электроприводах переменного тока
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень магистр **тип программы**
магистерская программа Электроприводы и системы управления электроприводов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Автоматизированный электропривод

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 21.11.2014 № 1500

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

21.04.2017

(подпись)

А. Н. Шишков

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

21.04.2017

(подпись)

Е. В. Белоусов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является освоение основных алгоритмов обработки информации в электроприводах переменного тока. Задачи дисциплины: изучение типовых структур систем управления электроприводами, их моделирование и настройка.

Краткое содержание дисциплины

В дисциплине "Обработка информации в электроприводах переменного тока" изучаются вопросы синтеза цифровых систем управления электроприводом, аналоговые и дискретные датчики, синтез регуляторов цифровой системы управления, способы частотного управления и их программная реализация.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	Знать: Основные принципы синтеза цифровых систем управления, основы программирования микроконтроллеров, элементную базу систем управления, типы датчиков;
	Уметь: формулировать задачи исследования точности и эффективности управления, определять приоритеты решения задач синтеза цифровых систем управления, устанавливать "маркеры" для контроля корректности работы системы;
	Владеть: методами анализа и синтеза цифровых систем управления.
ПК-24 способностью принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	Знать: Основные критерии оценки эффективности работы электротехнических систем; параметры, влияющие на удельные показатели электроприводов, требования к технологическим объектам с позиции производительности и энергоэффективности;
	Уметь: Выбирать электротехническое оборудование или элементную базу для его синтеза;
	Владеть: методикой оценки эффективности цифровых систем управления электроприводом.
ПК-26 способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	Знать: оптимальные режимы работы электропривода, показатели надежности, энерго- и ресурсоэффективности;
	Уметь: расставлять приоритеты требований к электроприводу технологического объекта, выполнять синтез системы управления с учетом выбранных приоритетов, анализировать производительность, эффективность, надежность и качество процессов в электроприводе переменного тока, определять критерии сравнительного анализа на каждом из этапов проектирования системы электропривода;

Владеть: методикой выбора электротехнического оборудования для обеспечения требований к электроприводу, методикой многокритериальной оптимизации электропривода.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.06 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов, В.1.02 Высокоточные следящие электроприводы	ДВ.1.03.01 Частотные методы синтеза электроприводов переменного тока, ДВ.1.03.02 Частотный анализ регулируемых электроприводов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.06 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов	Знание основных протоколов передачи данных в промышленных сетях
В.1.02 Высокоточные следящие электроприводы	Знание архитектуры сетей высокоскоростной передачи данных, знание теории следящего электропривода, умение синтезировать многоконтурные системы управления.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Подготовка к лабораторным работам	20	20
Подготовка к экзамену	30	30
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий
---	----------------------------------	--------------------------

раздела		по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	4	2	0	2
2	Элементная база регистрации координат электропривода	3	2	1	0
3	Особенности формирования сигналов управления приводом с помощью микропроцессора	30	2	6	22
4	Синтез цифрового регулятора в линеаризованном электроприводе	7	6	1	0
5	Синтез и программирование цифрового регулятора в электроприводе с учетом дискретности регулирования	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Типы микропроцессоров. Двоичная система исчисления. Числа с плавающей точкой. Относительные единицы. Числа с фиксированной точкой и библиотека Iqmath. Выбор системы относительных единиц. Сигнальные процессоры. Синтаксис языка программирования C++	2
2	2	Аналоговые датчики. Измерительные трансформаторы тока. Датчики на эффект Холла. Датчики скорости, энкодеры. Подключение аналоговых датчиков к микроконтроллеру. Косвенное измерение координат. Цифровые датчики тока. Дискретные датчики. Датчики углового и линейного перемещения. Датчик момента.	2
3	3	Обобщенная структура цифровых систем управления. Функциональная схема электропривода с цифровым управлением. Формирование синусоидальной ШИМ. Система управления вентильным двигателем. Формирование сигналов управления импульсным преобразователем напряжения. Векторная ШИМ.	2
4	4	Структурная схема электропривода с цифровым управлением. Процессы в непрерывных системах. Преобразование Лапласа и передаточные функции. Линеаризация характеристик цифрового регулятора. Приближенные способы преобразования.	2
5	4	Реализация цифрового регулятора без учета дискретности регулирования	2
6	4	Цифровой электропривод с импульсно-фазовым и релейно-импульсным регулятором	2
7	5	Синтез регуляторов методом логарифмических частотных характеристик. Преобразование аналогового регулятора в дискретную область. Синтез регулятора в дискретной области. Методы программирования цифрового регулятора. Работа ПИ-регулятора в составе цифровой системы управления. Прогнозирование сигнала обратной связи для регулятора предельного быстродействия. Принцип построения системы прогнозирования. Влияние неточности задания параметров и погрешности измерений на работу системы предельного быстродействия.	2
8	5	Синтез регулятора методом пространства состояния. Регулятор с неявно выраженными составляющими. ПИ-регулятор с отдельными пропорциональным и интегральным каналами и коррекцией в интегральном канале. ПИ-регулятор с коррекцией ошибки на входе.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
-----------	-----------	---	--------------

1	2	Расчет минимального числа импульсов энкодера. Выбор датчика тока. Программирование микроконтроллера для решения простейших операций обработки входных сигналов. Формирование выходных сигналов по заданному закону.	1
1-2	3	Расчет предельного быстродействия системы обработки сигнала. Минимальное время прерывания. Реализация элементарных операций, условий, циклов на языке C++	2
2-3	3	Синтез регуляторов в цифровой системе управления. Синтез регулятора предельного быстродействия из уравнений электрического равновесия.	2
3-4	3	Задание передаточной функции в системе Matlab. Обработка запроса на определение передаточной функции. Обработка запроса на преобразование в дискретную область	2
4	4	Построение цифровой системы стабилизации тока якоря	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Обработка аналоговых сигналов. Инициализация входов/выходов микроконтроллера. Инициализация АЦП.	2
2	3	Инициализация номера состояния дискретного автомата	2
3	3	Инициализация опорного таймера ШИМ и прерываний	2
4	3	Инициализация ШИМ. Бесконечный цикл фоновой программы	2
5	3	Инициализация векторов прерываний, таблица прерываний и процедура обслуживания прерываний таймера 1 в микроконтроллерах Atmega 8535	2
6	3	Обслуживание прерывания по заему таймера 1.	2
7	3	Обслуживание прерывания по периоду таймера 1 (обработка АЦП)	2
8	3	Преобразование сигнала датчика тока якоря. Обработка аварийных ситуаций.	2
9	3	Преобразование сигнала задания	2
10	3	Обработка программного таймера. Дискретный автомат - аварийные состояния, состояние инициализации, состояние ожидания напряжения ЗПТ. Состояние ожидания включения контактора ЗПТ. Ожидание сигнала задания.	2
11	3	Дискретный автомат - режим работы	2
12	3	Расчет и запись управляющего воздействия в регистры сравнения	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	ПУМД, осн. лит. 1, с. 6-110	20
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 2, с.117-247	30
Подготовка к практическим занятиям	ПУМД, осн. лит. 3, с.4-42	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
-------------------------------------	------------------------	------------------	-------------------

Компьютерная симуляция	Практические занятия и семинары	Реализация системы управления электроприводом в системе Matlab	2
------------------------	---------------------------------	--	---

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Разработка устройства управления электроприводом с синхронной реактивной машиной с независимым каналом управления по возбуждению

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Введение	ОПК-1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	Экзамен	1-3
Элементная база регистрации координат электропривода	ПК-24 способностью принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	Экзамен	4-7
Особенности формирования сигналов управления приводом с помощью микропроцессора	ПК-24 способностью принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	Экзамен	8-12
Синтез цифрового регулятора в линеаризованном электроприводе	ПК-24 способностью принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	Экзамен	10-13
Синтез и программирование цифрового регулятора в электроприводе с учетом дискретности регулирования	ПК-26 способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	Экзамен	14-15

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Экзамены проводятся в письменной форме по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой.	Отлично: полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и

	<p>междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>Хорошо: полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p>Удовлетворительно: недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>Неудовлетворительно: неполный ответ, приведение безсистемных, нелогичных доводов</p>
--	---

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Найдите значение пятого значащего разряда числа "0,98048" из знаменателя функции 2. Проанализируйте формат чисел с плавающей точкой и определите через какое время остановится интегратор, если частота его дискретизации $1/5000\text{с}$? 3. Получите дискретные передаточные функции для двух инерционных звеньев с постоянными времени 5 и 10 с. Соедините звенья последовательно. 4. Докажите, что при использовании центрированной ШИМ в статическом режиме мгновенный ток будет равен среднему току в середине и в конце периода 5. Исправьте программу ПИ-регулятора для микроконтроллера TMS320LF240x, чтобы она работала с пропорциональным коэффициентом в формате 8.8, интегральным в формате 0.16, а результат интегрирования хранила в 32-разрядном формате 6. Переведите число -0,12 в 16-ричную и двоичную систему исчисления 7. Определите, за какой время вычислительная машина мощностью 13 Tflor выполнит 11 млн. операций с плавающей точкой 8. Реализуйте на микроконтроллере TMS320LF240x счетчик входных импульсов с пределом 180 шт. 9. Реализуйте цикл мониторинга нажатия кнопки с функцией подавления дребезга контактов 10. Какое максимальное число может быть получено в результате одной операции на 16-разрядном микроконтроллере? 11. Реализуйте аналого-цифровой преобразователь на базе микроконтроллера TMS320LF240x 12. Выведите на семисегментный индикатор значение числа 01001 в десятичной системе. 13. Реализуйте на семисегментном индикаторе и кнопке счетчик нажатий 14. Создайте функциональную схему преобразования координат из системы abc в систему dq 15. Реализуйте цифровой датчик напряжения

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Садов, В. Б. Программирование микроконтроллеров серии V850 фирмы NEC Текст учеб. пособие к лаб. работам В. Б. Садов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 70, [1] с. ил.
2. Палагута, К. А. Микроконтроллеры в системах управления современных автомобилей Текст учебное пособие для вузов по специальности 220301 "Автоматизация технол. процессов и пр-в в машиностроении", направление подгот. дипломир. специалистов "Автоматизир. технологии и пр-ва" К. А. Палагута ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: Издательство МГИУ, 2007. - 218 с. ил. 21 см.
3. Сташин, В. В. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах В. В. Сташин, В. А. Урусов, О. Ф. Мологонцева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 223 с.

б) дополнительная литература:

1. Савельев, А. Я. Арифметические и логические основы цифровых автоматов Учебник для вузов по спец. "Электр. вычисл. машины". - М.: Высшая школа, 1980. - 255 с. ил.
2. Карцев, М. А. Архитектура цифровых вычислительных машин Текст. - М.: Наука, 1978. - 295 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Цифровая обработка сигналов науч.-техн. журн. ООО "КБ ВП" журнал
2. Мехатроника: механика, автоматика, электроника, информатика Изд-во "Машиностроение" Науч.-техн. и произв. журн. журнал
3. Мир компьютерной автоматизации: мир встраиваемых компьютерных технологии Проф. науч.-техн. и практ. журн. Ассоц. VERA+, Ассоц. VITA журнал

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Техника эффективного использования встроенных периферийных устройств серии специализированных микроконтроллеров для управления двигателями TMS320x24xx в задачах реального времени. Анучин А.С., Городницкая О.В., Козаченко В.Ф. Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу. Издательский дом МЭИ, Москва, 2004. – 40 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Техника эффективного использования встроенных периферийных устройств серии специализированных микроконтроллеров для управления двигателями TMS320x24xx в задачах реального времени. Анучин А.С., Городницкая О.В., Козаченко В.Ф. Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу. Издательский дом МЭИ, Москва, 2004. – 40 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Магда, Ю.С. Микроконтроллеры серии 8051: практический подход [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 228 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/871	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Основная литература	2. Тавернье, К. PIC-микроконтроллеры. Практика применения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/862	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Embarcadero-C++ Builder 10 Seattle Professional Architect(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	264 (1)	Лабораторные стенды "Архитектура микроконтроллера AtMega 8535"
Лабораторные занятия	264 (1)	Лабораторные стенды "Вентильный двигатель", "Шаговый двигатель", "Двигатель постоянного тока" и компьютерная техника с предустановленным бесплатным программным обеспечением для программирования контроллера

Самостоятельная работа студента	526-2 (1)	Компьютерный класс кафедры ЭПА имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах вентильных преобразователей и систем управления)
---------------------------------	--------------	--