Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.9 Микропроцессорная техника в исследовании и управлении энергетических комплексов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Автоматизированные энергетические системы и комплексы
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

2250742

Рабочая программа дисциплины ««*Б1.Д.В.9 Микропроцессорная техника в исследовании и управлении энергетических комплексов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "23" января 2026 г.

Заведующий кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:

должность *подпись* Е.С. Шелихов *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
код наименование *личная подпись* Э.Л. Греков *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы *личная подпись* Н.Г. Семенова *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Шелихов Е.С., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучение принципов построения микропроцессорных систем управления (МСУ) энергетическими и электротехническими комплексами,

Задачи:

- изучить принципы построения и функционирования МСУ энергетических комплексов;
- изучить основные архитектуры современных микроконтроллеров;
- научить обосновывать и принимать конкретные технические решения при конструировании микропроцессорных систем управления;
- изучить приемы и алгоритмы программирования микроконтроллеров;
- изучить спецификации, физической реализации и протоколов интерфейсов связи;
- приобрести опыт практического применения специализированных программных сред разработки.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить научно-исследовательскую деятельность в области электроэнергетики и электротехники	ПК*-1-В-1 Демонстрирует навыки использования научно-технических методов решения инженерных задач	**Знать:** - основные функции и структуру современных микропроцессоров и микроконтроллеров, системы команд микропроцессоров - технологию изложения и оформления различных видов текстового, технического и иллюстративного материалов - спецификации и протоколы компьютерных интерфейсов, промышленных информационных сетей **Уметь:** - вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, - анализировать информацию и документацию по МСУ - выбирать узлы сопряжения измеряемых электрических и неэлектрических сигналов к МСУ - анализировать внутренние, входные и выходные сигналы МСУ **Владеть:** - системой основных понятий, описывающих структуру, характеристики и функционирование МСУ - опытом проектирования МСУ для измерения и обработки входных сигналов и управления электротехническим оборудованием.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-4 Способен применять современное программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	ПК*-4-В-2 Использует современное программное обеспечение для создания управляющих программ микроконтроллерных систем управления ПК*-4-В-3 Моделирует объекты электроэнергетических систем с применением специализированных программных продуктов ПК*-4-В-4 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований с применением современных программных средств	**Знать:** - структуру программного обеспечения МСУ - синтаксис языка программирования высокого уровня С++ **Уметь:** - составлять и реализовывать алгоритмы обработки данных, поступающих от датчиков энергетических и электротехнических комплексов **Владеть:** - навыками использования современного программного обеспечения проектирования и отладки МСУ

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**36,5**	**36,5**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение всех разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**107,5** +	**107,5**
Вид итогового контроля	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Микроконтроллеры	26	4	2	–	20
2	Встроенные и периферийные устройства	16	4	2	–	10
3	Z-преобразование	10		2	–	10
4	Сопряжение с устройствами	28	4	2	–	20
5	Компьютерные и промышленные интерфейсы	26	4	4	–	20
6	Примеры построения МСУ	38	2	4	–	30
	Итого:	144	18	16	–	110
	Всего:	144	18	16	–	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Микроконтроллеры

Отличие микроконтроллера от микропроцессора. Задачи микропроцессорного управления. Основные преимущества микропроцессорного управления электроприводами. Функциональная схема МСУ электроэнергетическими и электротехническими комплексами. Структурная организация микропроцессорных систем. Основные понятия и определения (процессор, память, устройства ввода-вывода, программа, команда, операнд, регистры, счетчик команд и его фазы, шины адреса, данных и управления). Основные архитектуры микропроцессоров. Основные характеристики микропроцессоров. Система команд микропроцессора. Микроконтроллеры фирм Microchip, Atmel, STM32. Архитектура, возможности, периферийные устройства. Список команд. Программирование. Среды разработки.

2 Встроенные периферийные устройства

Интерфейсы микропроцессорных систем. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Модули широтно-импульсной модуляции. Интерфейсы SPI, I2C, USART, CAN.

3 Z-преобразование

Импульсные системы. Решетчатая и импульсная функции. Z-преобразование. Передаточная функция. Разностное уравнение. Понятие цифрового фильтра. Z отображение различных типов регуляторов. Устойчивость импульсных систем. Теорема Котельникова.

4 Сопряжение с устройствами

Подключение аналоговых сигналов. Выбор частоты дискретизации, входных фильтров, разрядности. Сдвиг уровня аналоговых сигналов, масштабирование. Примеры построения датчиков тока и напряжения. Назначение. Основные требования. Гальваническая развязка и умощнение сигнала. Расчет элементов схемотехнических решений узлов сопряжения.

5 Компьютерные и промышленные интерфейсы

Спецификации, уровни сигналов, подключение, протоколы проводных интерфейсов. Уровни сигналов интерфейсов, гальваническая развязка интерфейсов, управление мощными потребителями.

6 Пример построения МСУ

Составление технического задания. Определение структуры системы управления. Составление функциональной, электрической принципиальной, монтажной схем. Особенности проектирования печатных плат цифровых систем управления. Пример построения системы измерения электрических и неэлектрических сигналов и управления электрическими аппаратами и двигателями.

4.3 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Изучение структуры микроконтроллера Atmel (Arduino UNO)	2

2	3	Составление разностных уравнений, переходных характеристик цифровых фильтров	2
3	3	Реализация алгоритмов определения средних, действующих значений сигналов, активной, реактивной и полной мощностей.	4
4	6	Разработка схемы электрической принципиальной МСУ по вариантам. Расчет номиналов элементов схемы.	4
5,6	6	Разработка электрических и принципиальных схем во Fritzing	4
		Итого:	16

4.4 Курсовая работа (1 семестр)

Тема курсовой работы: «Проектирование автоматизированной системы «Умный дом»»

Цель данной работы: разработать проект многоуровневой системы автоматизации здания согласно заданному плану помещения, выбираемого в соответствии с вариантом.

Задачи:

1. Выбрать 5 объектов проектирования системы автоматизации: электроснабжение (энергопотребление, электронагрузки и т.д.), освещение, отопление, кондиционирование, вентиляция, управление отходами, охранная сигнализация, пожарная сигнализация, видеонаблюдение, доступ в помещение.

2. Провести краткий расчёт и выбор основных элементов для рассматриваемых объектов проектирования (для электроснабжения, освещения, отопления, микроклимата, альтернативных источников энергии) согласно действующим ГОСТам и стандартам.

3. Спроектировать систему автоматизации здания согласно выбранным объектам на всех уровнях.

Тема: «Проектирование микроконтроллерной системы управления и сбора данных»

1. Примерные темы:

- система управления механизмом позиционирования солнечной батареи;
- система управления станка для намотки катушек трансформатора малой мощности;
- система управления плавным пуском асинхронного двигателя на базе тиристорного регулятора напряжения;
- система управления асинхронным двигателем с фазным ротором
- система сбора данных с электропривода мостового крана;
- разработка программируемого логического контроллера;
- система сбора данных со стенда испытания асинхронного двигателя;
- система управления транзисторным преобразователем частоты;
- система сбора данных и управления ступенями фильтро-компенсирующего устройства;
- система управления двигателем постоянного тока малой мощности;
- система контроля ленточного конвейера;
- система управления транзисторным преобразователем частоты;
- система сбора данных для испытания трансформаторов;
- система сбора механических данных электроприводов манипуляторов;
- система сбора электрических данных электроприводов манипуляторов.

2. Для проектирования использовать микроконтроллерный комплект Arduino Uno. Необходимо спроектировать соединительную плату для микроконтроллера, включающую:

а) вилки типа PLS для присоединения платы Arduino;

б) источник питания AC/DC для формирования необходимых уровней питания для работы микро-контроллерной платы и датчиков;

в) индикатор работы источника питания на светодиоде;

г) для защиты от коротких замыканий предусмотреть самовосстанавливающиеся предохранители;

д) необходимые разъемы для подключения питания 220 В и всех датчиков;

е) гальванические развязки для входов и выходов;

3. На весь проект составить спецификацию.

4. Составить смету расходов на оборудование.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Шелихов, Е. С. Применение программно-аппаратных средств Arduino при разработке автоматизированных систем световой индикации и вывода информации [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Е. С. Шелихов, Э. Л. Греков, А. С. Безгин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 1. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.72 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 127 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-2288-7. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/92815_20190327.pdf Электронный источник

2. Безгин А.С. Технология проектирования печатных плат в САПР P-CAD [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / [А. С. Безгин и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1файл: 14.01 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 152 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-7410-2170-5. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/63267_20180227.pdf

3. Зубкова Т. М. Человеко-машинное взаимодействие: учеб. пособие для вузов / Т. М. Зубкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 231 с. : ил. - Библиогр.: с. 228- 230.

5.2 Дополнительная литература

1. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротех-нологии" / О. З. Попков.- 3-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2010. - 200 с. : ил. - Библиогр.: с. 196-197. - ISBN 978-5-383-00402-9.

2. Греков, Э. Л. Нелинейные и импульсные системы автоматического управления [Электронный ресурс] : метод. указания к расчет.-граф. работам / Э. Л. Греков, В. А. Сорокин. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. Режим доступа http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2078_20110830.pdf

4. Логунова О. С. Человеко-машинное взаимодействие. Теория и практика : учеб. пособие для студентов вузов / О. С. Логунова, И. М. Яшков, Е. А. Ильина . - Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. - 285 с. : ил.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 279-282.

8. Гультяев А. К. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса / А. К. Гультяев, В. А. Машин .- 2-е изд. - Санкт Петербург : Корона Принт, 2007. - 352 с. : ил.. - Библиогр.: с. 346.

5.3 Периодические издания

1 Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

2 Радиотехника и электроника : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН.

3 Электроника: наука, технология, бизнес : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

4 Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

https://openedu.ru/course/spbstu/CUMICR/ - Курс «Цифровые устройства и микропроцессоры». ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

https://www.st.com/ - технические данные по микроконтроллерам фирмы STMicroelectronics.

http://arduino.ru/ - сайт, посвященный микроконтроллерному комплекту Arduino.

http://www.microchip.com – оф. сайт фирмы производителя Microchip

http://radio-stv.ru – подборка радиолюбительских статей, схем и программ.

http://www.power-e.ru/ - сайт журнала «Силовая электроника». Статьи по проблемам проектирования и применения современной преобразовательной техники в различных отраслях промышленности.

http://www.mitsubishielectric.com - технические данные по силовым транзисторам, тиристорам и диодам. Примеры построения силовых частей преобразователей.

http://www.avagotech.com – технические данные по оптоэлектронным приборам, оптопарам и драйверам.

http://www.atmel.com/ru/ru/ - технические данные по микроконтроллерам фирмы Atmel.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС[1]
2. Пакет офисных приложений LibreOffice[2]
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Adobe Reader - Бесплатное средство просмотра файлов PDF. Бесплатно после принятия лицензионного соглашения на ПО Adobe
5. MathCad 14 - Интегрированная система решения математических, инженерно- технических и научных задач
6. Arduino IDE – открытая среда разработки ПО под микроконтроллерный комплекст Arduino/ Режим доступа https://www.arduino.cc/en/Main/Software.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практического типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «Автоматизированные системы управления», оснащенная лабораторными микропроцессорными комплектами на микроконтроллерах Atmel (Arduino), и компьютерный класс.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

[1] Для Рабочих станций в редакции «Стандартная» или ОС Astra Linux (для кафедры КБиМОИС)

2 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.