

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**  
**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ**


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 115,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бериллов А.В.
	Идентификатор	R73092417-BerilovAV-1bf74b66

(подпись)

А.В. Бериллов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение отдельных вопросов проектирования микроконтроллерных систем управления (МКСУ) электрооборудованием автономных объектов (ЭАО)

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний необходимых для понимания общих принципов работы, успешного применения готовых и проектирования новых МКСУ;
- формирование представлений об основных этапах проектирования МКСУ;
- изучение и овладение современными технологиями программно-аппаратной отладки МКСУ.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию	ИД-3ПК-1 Владеет методами расчёта и проектирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	знать: - основные этапы и средства проектирования МКСУ; - функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов.  уметь: - использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом.
ПК-2 Способен формулировать цели и задачи исследования объектов профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты исследования	ИД-4ПК-2 Умеет проводить исследования электронных и электромеханических устройств с применением современной цифровой измерительной техники	уметь: - понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения; - работать с технической документацией.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы информатики
- знать основы электроники
- знать основы языка программирования Си
- уметь работать на ПК

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов	32	2	4	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], 17-25, 295-304</p>	
1.1	Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов	32		4	4	4	-	-	-	-	-	20	-		
2	Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], 328-361                      [2], 36-46                      [3], 39-49                      [4], 5-30, 54-61</p>
2.1	Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-		
3	Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных	46		4	4	12	-	-	-	-	-	26	-		

	блоков микроконтроллеров												
3.1	Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров	46	4	4	12	-	-	-	-	-	26	-	
4	Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов	46	4	4	12	-	-	-	-	-	26	-	<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 444-486
4.1	Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов	46	4	4	12	-	-	-	-	-	26	-	
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>82</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>115.5</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов

1.1. Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов

Области применения микроконтроллеров в автономных объектах. Применение микроконтроллеров в системах генерирования электрической энергии, электроснабжения и электропривода автономных объектов. Анализ алгоритма управления объектом, времени его выполнения, определение требований к микроконтроллеру и его выбор. Определение необходимых внешних устройств, их выбор. Сопряжение микроконтроллера с внешними устройствами (согласование по току, напряжению, быстродействию, разрядности, интерфейсу). Организация питания. Принципиальные схемы МКСУ..

#### 2. Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ

2.1. Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ

Программные средства имитационного компьютерного моделирования систем управления. Интегрированная среда разработки программного обеспечения. Модульное программирование. Библиотечное программное обеспечение. Отладочные платы, программаторы, внутрисхемные эмуляторы. Принципы отладки аппаратной части и программного обеспечения МКСУ..

#### 3. Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров

3.1. Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров

Взаимодействие с внешними устройствами ввода и отображения информации, датчиками различных типов. Обработка измерений. Расчет управляющих воздействий. Формирование управляющих сигналов для силовой части статических преобразователей..

#### 4. Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов

4.1. Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов

МКСУ импульсного преобразователя постоянного напряжения, однофазного и трехфазного инверторов напряжения..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Программная реализация алгоритма управления импульсным регулятором постоянного напряжения;
2. Подключение к микроконтроллеру внешних устройств (АЦП, ЦАП, датчика температуры, других МК, устройств ввода и отображения информации и т.д.) посредством стандартных последовательных интерфейсов и протоколов.;
3. Сопряжение с микроконтроллером датчиков угловой скорости с импульсным выходом, обработка сигналов датчика;
4. Определение структуры и вариантов реализации микроконтроллерной системы управления.;
5. Подключение к параллельным портам микроконтроллера внешних устройств ввода-

- вывода информации и работа с ними;
6. Ознакомление с программными и аппаратными средствами разработки и отладки программного обеспечения МКСУ;
  7. Программная реализация алгоритма управления однофазным инвертором напряжения;
  8. Сопряжение датчиков с аналоговым выходным сигналом с аналого-цифровым преобразователем микроконтроллера, организация сбора данных, расчет интегральных показателей параметров сигналов по их дискретным отсчетам;
  9. Реализация центрированной синусоидальной и векторной ШИМ при управлении трехфазным инвертором.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения;
2. Сбор и обработка информации с датчиков;
3. Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей;
4. Микроконтроллерная система управления статического преобразователя.

### **3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов	ИД-3ПК-1			+		Лабораторная работа/Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения Лабораторная работа/Микроконтроллерная система управления статического преобразователя Лабораторная работа/Сбор и обработка информации с датчиков Лабораторная работа/Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей
основные этапы и средства проектирования МКСУ	ИД-3ПК-1	+	+			Лабораторная работа/Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения Лабораторная работа/Микроконтроллерная система управления статического преобразователя
<b>Уметь:</b>						
использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом	ИД-3ПК-1		+			Лабораторная работа/Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения Лабораторная работа/Микроконтроллерная

					<p>система управления статического преобразователя</p> <p>Лабораторная работа/Сбор и обработка информации с датчиков</p> <p>Лабораторная работа/Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей</p>
работать с технической документацией	ИД-4ПК-2				<p>Лабораторная работа/Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения</p> <p>Лабораторная работа/Микроконтроллерная система управления статического преобразователя</p> <p>Лабораторная работа/Сбор и обработка информации с датчиков</p> <p>Лабораторная работа/Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей</p>
понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения	ИД-4ПК-2				<p>Лабораторная работа/Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения</p> <p>Лабораторная работа/Микроконтроллерная система управления статического преобразователя</p> <p>Лабораторная работа/Сбор и обработка информации с датчиков</p> <p>Лабораторная работа/Формирование</p>

						управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей
--	--	--	--	--	--	--

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения (Лабораторная работа)
2. Микроконтроллерная система управления статического преобразователя (Лабораторная работа)
3. Сбор и обработка информации с датчиков (Лабораторная работа)
4. Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Мелешин, В. И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии / В. И. Мелешин, Д. А. Овчинников . – М. : Техносфера, 2011 . – 576 с. – (Мир радиоэлектроники) . - ISBN 978-5-94836-260-1 .;
2. Горбунов Н. В., Люосев Д. А., Понкин Д. О., Сахаров Ю. С., Шириков И. В.- "Основы программирования микроконтроллеров серии 1986VE9x в среде Keil uVision", Издательство: "Государственный университет «Дубна»", Дубна, 2018 - (132 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/154495>;
3. С. Н. Торгаев, М. В. Тригуб, И. С. Мусоров, Д. С. Чертихина- "Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров", Издательство: "Издательство Томского политехнического университета", Томск, 2015 - (111 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442811>;
4. Шамров М. И.- "Программирование микроконтроллеров семейства CORTEX-M", Издательство: "РУТ (МИИТ)", Москва, 2020 - (88 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/175969>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. KeilµVision®IDE.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-610, Учебная лаборатория микропроцессорной техники	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-610, Учебная лаборатория микропроцессорной техники	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-610, Учебная лаборатория микропроцессорной техники	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-608/1, Аудитория каф. "ЭКАОиЭТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, 3D-принтер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Микроконтроллерные системы управления электрооборудованием автономных объектов

(название дисциплины)

#### 2 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения (Лабораторная работа)
- КМ-2 Сбор и обработка информации с датчиков (Лабораторная работа)
- КМ-3 Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей (Лабораторная работа)
- КМ-4 Микроконтроллерная система управления статического преобразователя (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов					
1.1	Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов		+			+
2	Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ					
2.1	Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ		+	+	+	+
3	Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров					
3.1	Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров		+	+	+	+
4	Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов					
4.1	Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25