

**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**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Микроконтроллерные системы управления электрооборудованием  
автономных объектов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

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

(подпись)

М.Ю.  
Румянцев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. 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-3 Владеет методами расчёта и проектирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники

2. ПК-2 Способен формулировать цели и задачи исследования объектов профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты исследования

ИД-4 Умеет проводить исследования электронных и электромеханических устройств с применением современной цифровой измерительной техники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов					
Общие вопросы применения микроконтроллеров в системах управления электрооборудованием автономных объектов	+				+
Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ					
Программные и аппаратные средства разработки и отладки МКСУ	+	+	+	+	+
Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных					

блоков микроконтроллеров				
Решение отдельных задач систем управления электрооборудованием на базе типовых функциональных блоков микроконтроллеров	+	+	+	+
Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов				
Цифровые системы управления статическими преобразователями автономных объектов	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Владеет методами расчёта и проектирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	<p>Знать:</p> <p>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</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом</p>	<p>Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения (Лабораторная работа)</p> <p>Сбор и обработка информации с датчиков (Лабораторная работа)</p> <p>Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей (Лабораторная работа)</p> <p>Микроконтроллерная система управления статического преобразователя (Лабораторная работа)</p>
ПК-2	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить исследования электронных и электромеханических устройств с применением современной цифровой	<p>Уметь:</p> <p>понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать</p>	<p>Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения (Лабораторная работа)</p> <p>Сбор и обработка информации с датчиков (Лабораторная работа)</p> <p>Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей (Лабораторная работа)</p>

	измерительной техники	технические решения работать с технической документацией	Микроконтроллерная система управления статического преобразователя (Лабораторная работа)
--	-----------------------	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Ввод, вывод информации - работа с клавиатурой и устройствами отображения

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 1 час 30 минут, проводится в специализированной учебной лаборатории

#### Краткое содержание задания:

Собрать схему, написать программный код, продемонстрировать работу согласно индивидуальному заданию

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные этапы и средства проектирования МКСУ	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое интегрированная среда разработки (IDE) ПО микроконтроллера?</li><li>2.Расскажите о файловой структуре проекта в используемой IDE.</li><li>3.Расскажите об используемой отладочной плате МК.</li><li>4.Расскажите о типовой структуре программы на языке Си.</li></ol>
Знать: функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Объясните, определенные преподавателем, фрагменты вашего программного кода.</li><li>2.Расскажите о портах ввода-вывода целевого МК и их настройке используя документацию от производителя.</li></ol>
Уметь: использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Как подключить отладочную плату к ПК и создать проект для целевого МК в используемой IDE?</li><li>2.Как загрузить программный код в МК и перейти в режим отладки кода? Возможности режима отладки?</li></ol>
Уметь: понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Нарисуйте принципиальную схему подключения заданных устройств ввода-вывода к заданным портам целевого МК.</li></ol>
Уметь: работать с технической документацией	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Написать программный код конфигурирующий заданные разряды порта МК на цифровой вывод.</li><li>2.Написать программный код конфигурирующий заданные разряды порта МК на цифровой ввод.</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

## **КМ-2. Сбор и обработка информации с датчиков**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 1 час 30 минут, проводится в специализированной учебной лаборатории

### **Краткое содержание задания:**

Собрать схему, написать программный код, продемонстрировать работу согласно индивидуальному заданию

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое АЦП, назначение, основные характеристики, диапазон преобразования?</li><li>2.Расскажите о возможных режимах работы АЦП целевого МК?</li><li>3. Возможные варианты контроля окончания и последующего сохранения результата аналого-цифрового преобразования?</li><li>4.Что такое схемы нормирования аналоговых сигналов?</li><li>5.Расскажите об аппаратных средствах МК для работы с датчиками с импульсным выходом?</li><li>6.Расскажите о вариантах и параметрах импульсных сигналов датчиков.</li></ol>
Уметь: использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Настройте генератор сигналов по заданным параметрам и подключите к заданному каналу АЦП МК.</li><li>2.Настройте генератор сигналов по заданным параметрам и подключите к заданному входу блока захвата.</li></ol>
Уметь: понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Приведите пример схемы нормирования для заданного варианта.</li><li>2.Объясните функцию и принцип действия заданной схемы нормирования аналогового сигнала.</li></ol>
Уметь: работать с технической документацией	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Напишите программный код работы с АЦП МК по заданному каналу.</li></ol>



	2.Напишите программный код работы с блоком захвата.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Формирование управляющих сигналов для полупроводниковых ключей статических преобразователей**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 1 час 30 минут, проводится в специализированной учебной лаборатории

**Краткое содержание задания:**

Собрать схему, написать программный код, продемонстрировать работу согласно индивидуальному заданию

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Расскажите о средствах МК, предназначенных для формирования ШИМ сигналов управления статическими преобразователями.</li> <li>2.Расскажите о принципах формирования ШИМ сигнала.</li> <li>3.Приведите расчетные формулы для формирования сигнала управления с заданной частотой и с заданным коэффициентом заполнения импульса.</li> <li>4.Что такое “мертвое” время и как оно реализуется при использовании МК для СУ.</li> <li>5.Расскажите о блоках ШИМ целевого МК.</li> </ol>
<p>Уметь: использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Создайте тестовый проект для целевого МК, напишите программу для формирования заданного ШИМ сигнала.</li> <li>2.С помощью осциллографа и отладочной платы целевого МК проверьте правильность формирования заданного сигнала.</li> </ol>
<p>Уметь: понимать и проектировать электрические</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Приведите пример схемы сопряжения МК с драйверами транзисторов статического</li> </ol>

принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения	преобразователя. 2.Объясните функции и принцип действия заданной схемы сопряжения МК с драйверами транзисторов статического преобразователя.
Уметь: работать с технической документацией	1.Напишите функцию начальной инициализации определенного канала ШИМ целевого МК, в соответствии с заданными параметрами формируемого сигнала.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Микроконтроллерная система управления статического преобразователя**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ориентирована на 1 час 30 минут, проводится в специализированной учебной лаборатории

**Краткое содержание задания:**

Собрать схему, написать программный код, продемонстрировать работу согласно индивидуальному заданию

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные этапы и средства проектирования МКСУ	1.Объясните, как на базе МК реализуется требуемый алгоритм управления ОИН. 2.Объясните, как на базе МК реализуется требуемый алгоритм управления ТИН. 3.Расскажите о возможных вариантах программной реализации алгоритма управления заданного статического преобразователя.
Знать: функциональные характеристики и принципы работы микроконтроллеров, а также отдельных, сопрягаемых с ними, электронных компонентов и устройств, применяемых в электрооборудовании автономных объектов	1.Объясните принцип действия импульсного регулятора постоянного напряжения (ИРПН) заданного типа. 2.Объясните, как на базе МК реализуется требуемый алгоритм управления ИРПН. 3.Объясните, как на уровне МК реализуются необходимые защиты силовой части ИРПН. 4.Объясните принцип действия однофазного и

	<p>трехфазного инверторов напряжения (ОИН и ТИН).  5.Объясните, как на уровне МК реализуются необходимые защиты силовой части ОИН и ТИН.</p>
<p>Уметь: использовать программно-аппаратные средства для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллеров, а также МКСУ в целом</p>	<p>1.Создайте тестовый проект для целевого МК, реализующий регулирование коэффициента заполнения импульсов формируемого сигнала управления для ИРПН в зависимости от заданного типа сигнала с генератора.  2.С помощью осциллографа, генератора и отладочной платы МК проверьте правильность формирования сигнала управления.</p>
<p>Уметь: понимать и проектировать электрические принципиальные схемы МКСУ, описывать технические решения</p>	<p>1.Объясните принцип работы МКСУ по предложенной принципиальной схеме.</p>
<p>Уметь: работать с технической документацией</p>	<p>1.Напишите функции начальной инициализации блоков МК, необходимых для управления импульсным преобразователем постоянного напряжения в соответствии с заданными параметрами управляющего сигнала.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Назначение выводов микроконтроллера 1986VE92. Аналоговая, основная, альтернативная и переопределенная функция вывода.
2. Написать программу управления светодиодами индикаторами, подключенными к младшим 2-м разрядам порта С. Младший светодиодный индикатор горит если кнопка UP не нажата, и выключен если нажата. Старший индикатор наоборот. Кнопка подключена к 5 разряду порта В.

### Процедура проведения

в специализированной учебной лаборатории, время на подготовку к ответу 45 минут

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-1 Владеет методами расчёта и проектирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники

### Вопросы, задания

1. Назначение выводов микроконтроллера. Аналоговая, основная, альтернативная и переопределенная функция вывода.
2. Организация памяти.
3. Контроллер прямого доступа к памяти.
4. Контроллер прерываний.
5. Периферийные устройства микроконтроллера.
6. Основные параметры программируемой цифровой системы управления. Выбор микроконтроллера.
7. Интегрированная среда разработки ПО микроконтроллера. Файловая структура проекта.
8. Типовая структура программы для микроконтроллера на языке СИ. Объявление и определение переменных и функций. Директивы подключения заголовочных файлов. Директивы определения констант.
9. Использование библиотек при программировании микроконтроллера.
10. Порты ввода-вывода микроконтроллера. Возможности конфигурирования.
11. Управление коммутационной аппаратурой, работа с концевыми выключателями.
12. Работа с клавиатурой и устройствами отображения информации.
13. Таймеры общего назначения микроконтроллера: принципы функционирования, источники тактирования, схемы (блоки) сравнения и захвата.
14. Обработка информации с импульсных датчиков с помощью схем (блоков) захвата.
15. Формирование импульсных последовательностей сигналов управления статическими преобразователями с помощью схем (блоков) сравнения.
16. Системный таймер счетчик. Формирование временных интервалов. Реализация часов.

17. АЦП: общие сведения, типы, интерфейсы. АЦП встроенные в микроконтроллер: основные характеристики, режимы работы.
18. ЦАП: назначение, характеристики, общие сведения. ЦАП микроконтроллера.
19. Последовательные интерфейсы микроконтроллеров (UART/USART, SPI, TWI/I2C, CAN).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Перечислите типовые периферийные устройства МК

Ответы:

Порты ввода-вывода, АЦП, ЦАП, таймеры счетчики, последовательные интерфейсы и т.п.

2. Расскажите о назначении и функциональных возможностях заданного периферийного устройства МК

Ответы:

Например: АЦП предназначен для...

3. Расскажите об интегрированной среде разработки ПО МК

Ответы:

Интегрированная среда разработки ПО МК предназначена... и включает в себя...

4. Расскажите о возможностях использования готовых библиотек при программировании МК

Ответы:

Для облегчения труда программиста...

5. Что значит - сконфигурировать заданный вывод микроконтроллера?

Ответы:

Это значит настроить его на одну из следующих функций...

6. Расскажите о типовой структуре программы для МК.

Ответы:

Типовая структура программы для МК имеет следующий вид...

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Умеет проводить исследования электронных и электромеханических устройств с применением современной цифровой измерительной техники

### Вопросы, задания

1. Основные характеристики микроконтроллеров серии.
2. Система электропитания микроконтроллера. Предельно допустимые характеристики и электрические параметры микросхемы микроконтроллера.
3. Система тактовой синхронизации микроконтроллеров серии.
4. Система сброса микроконтроллера.
5. Отладочная плата микроконтроллера: назначение, подключение к ПК. Схема электрическая принципиальная.
6. Датчики и схемы нормирования сигналов.
7. Схемотехнические решения источников питания, источников опорного напряжения для микроконтроллеров.
8. Схемотехнические решения по согласованию параметров дискретных сигналов с электрическими параметрами микросхемы микроконтроллера.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Перечислите основные характеристики МК

Ответы:

Архитектура, разрядность, тактовая частота, производительность, память

2. Что такое система сброса МК и зачем она нужна?

Ответы:

Система сброса МК реализует гарантированное известное начальное состояние микросхемы при подаче напряжения питания.

3. Что такое схемы нормирования аналогового сигнала, на какой элементной базе они реализуются?

Ответы:

Схема нормирования преобразует сигнал с датчика аналоговой величины к допустимым, с точки зрения входа АЦП, параметрам сигнала.

4. Как определяются допустимые параметры входных сигналов для заданного МК?

Выберите какой-нибудь параметр и расскажите.

Ответы:

По документации

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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