



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И  
АВТОМАТИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	5

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
23.01.2023 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
10.02.2023 г., протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 А.В. Малафеев

Рецензент:  
начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук



Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» является формирование у студентов знаний в вопросах устройства и принципов работы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и систем электроснабжения.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Информатика

Теоретические основы электротехники

Электрические машины

Электроэнергетические системы и сети

Основы информационной электроники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электроснабжение

Проектирование электроснабжения

Надежность систем электроснабжения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА
ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики
ПК-5.1	Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,7 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 91,4 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теоретический раздел								
1.1 1. Структура микропроцессорного комплекта релейной защиты. Характеристики основных элементов. Программные элементы выделения входных сигналов РЗиА. Микропроцессоры, используемые в РЗиА, их архитектура.	5	1			10	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Зачет	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.2 2. Аналого-цифровые преобразователи входных сигналов микропроцессорных устройств РЗиА. Цифро-аналоговые преобразователи, используемые в микропроцессорных РЗиА. Временные функциональные и частотные характеристики элементов устройств релейной защиты и автоматики. Передаточные функции. Виды сигналов. Измерительное преобразование режимных параметров в информационные сигналы микропроцессорной		1			10	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Зачет	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

1.3 3. Входные преобразователи аналоговых и дискретных сигналов. Выходные релейные преобразователи. Способы визуализации. Хранение информации в цифровых реле. Интерфейсы цифровых реле. Проводные и оптоволоконные каналы связи.	1			10	– самостоятельное изучение учебной литературы.	Зачет	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
1.4 4. Особенности обработки информации в цифровых реле. Собственное время срабатывания цифровых реле. Работа реле при насыщении трансформатора тока. Реализация защиты от перегрузок. Отстройка токовой отсечки от пусковых режимов. Реализация логической защиты шин. Надежность функционирования систем с цифровыми реле.	1			10	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Зачет	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу	4			40			
2. Практический раздел							
2.1 5. Вводный инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с оборудованием лаборатории. Выдача задания на лабораторные работы. Лабораторная работа №1 «Работа с портами ввода-вывода микроконтроллера АТmega 8535. Программирование на ассемблере»	5	2		17	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №1	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.2 6. Лабораторная работа №2 «Программирование логики микро-процессорных терминалов БМРЗ в редакторе «Конфигуратор-МТ».	5	2		17	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №2	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.3 7. Практическое занятие. Разработка логических схем микропроцессорных защит.			2	17,4	– самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций.	Выполнение индивидуального задания.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

2.4 Зачет.			2	- самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций.	Сдача зачета.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Итого по разделу		4	4	51,4		
Итого за семестр	4	4	4	91,4	зачёт	
Итого по дисциплине	4	4	4	91,4	зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к выполнению и защите лабораторных работ, при подготовке к экспресс-опросам, контрольным работам и промежуточной аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Дьяков А.Ф., Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов / Дьяков А.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01161-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

2. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов, Д. В. Куделина [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 197 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015811-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058880> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем : учебник для вузов / Овчаренко Н.И. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01117-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

2. Коротков В.Ф., Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учебник для вузов / Коротков В.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01210-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012109.html> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

3. Ершов, Ю. А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492157> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

4. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05543-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454293> (дата обращения: 15.05.2023).

5. Вадутов, О. С. Электроника. Математические основы обработки сигналов : учебник и практикум для вузов / О. С. Вадутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 307 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6551-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451375> (дата обращения: 15.05.2023).

#### **в) Методические указания:**

1. Малафеев, А.В. Изучение портов ввода/вывода микроконтроллера ATmega8535 [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» для студентов направления 140400.62 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И. Носова, 2015. – 7 с. – Текст : непосредственный.

2. Малафеев, А.В. Специальный регистр состояния SREG [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» для студентов направления 140400.62 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И. Носова, 2015. – 13 с. – Текст : непосредственный.

3. Малафеев, А.В. Стек. Реализация программной задержки [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» для студентов направления 140400.62 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И. Носова, 2015. – 16 с. – Текст : непосредственный.

4. Малафеев, А.В. Изучение таймеров T0 и T2 микроконтроллера ATmega8535 в режиме подсчета временных интервалов [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» для студентов направления 140400.62 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И. Носова, 2015. – 14 с. – Текст : непосредственный.

5. Малафеев, А.В. Внешние прерывания микроконтроллера ATmega8535 [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» для студентов направления 140400.62 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та Г.И. Носова, 2015. – 14 с. – Текст : непосредственный.



## г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория переходных процессов (ауд. 331). Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: Лабораторный стенд «Микроконтроллеры и автоматизация»-2шт.

3. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мультимедийный проектор, экран.

4. Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

(обязательное)

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях заключается в самостоятельном выполнении экспериментальной части работы под контролем преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, выполнения расчетной части лабораторных работ и оформления отчетов с консультациями преподавателя.

#### **Лабораторные работы:**

##### *Лабораторная работа №1*

Работа с портами ввода-вывода микроконтроллера ATmega 8535. Программирование на ассемблере

##### *Лабораторная работа №2*

Программирование логики микропроцессорных терминалов БМРЗ в редакторе «Конфигуратор-МТ»

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
(обязательное)

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

<b>Код индикатора</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства</b>
-----------------------	---	---------------------------

ПК-5.1	<p>Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций</p>	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимается под дискретным мгновенным значением входного сигнала?</li> <li>2. Каким образом вычисляется косинусная ортогональная составляющая?</li> <li>3. С какой целью вводится алгоритмическая коррекция выдачи первого численного значения амплитуды?</li> <li>4. Принцип действия программного измерительного преобразования сопротивления.</li> <li>5. Что называется комплексной частотной характеристикой?</li> <li>6. Что собой представляют амплитудо-фазная и амплитудо-частотная характеристики?</li> <li>7. Что называется <math>\delta</math>-функцией?</li> <li>8. У какого вида сигналов выполняется квантование по уровню?</li> <li>9. В чем отличие между <math>p</math>-преобразованием и <math>z</math>-преобразованием Фурье?</li> <li>10. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессора.</li> <li>11. В чем состоит назначение адресной шины микропроцессора?</li> <li>12. Для чего нужен регистр команд? Регистр операндов?</li> <li>13. Каково назначение регистров стека?</li> <li>14. Дополнить предложенную логическую схему защиты КЛ 10 кВ цепями отключения от АЧР.</li> <li>15. Дополнить предложенную логическую схему защиты двигателя цепями групповой защиты минимального напряжения.</li> <li>16. Дополнить предложенную логическую схему защиты ВЛ 110 кВ дистанционной защитой с ВЧ-блокировкой.</li> </ol>
--------	--	---

ПК-5.2	Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как осуществляется прямое аналогово-цифровое преобразование?</li> <li>2. Принцип действия времяимпульсного АЦП.</li> <li>3. Разновидности цифроаналоговых преобразователей.</li> <li>4. Назовите основные элементы структурной схемы цифрового устройства защиты.</li> <li>5. С какой целью в тракте аналого-цифрового преобразования микропроцессорного устройства релейной защиты используется мультиплексор?</li> <li>6. В каком виде могут выполняться входные преобразователи аналоговых сигналов?</li> <li>7. Достоинства и недостатки входного преобразователя аналогового сигнала, выполненного в виде катушки Роговского.</li> <li>8. Как выполняется защита от помех оптронных входных преобразователей дискретного сигнала?</li> <li>9. Назовите положительные и отрицательные стороны малого токового потребления оптронных преобразователей.</li> <li>10. Назовите требования к средствам визуального отображения информации в цифровых реле.</li> <li>11. Какие органы местного управления используются в цифровых реле?</li> <li>12. Какие способы хранения информации об уставках используются в цифровых реле?</li> <li>13. Назовите способы самотестирования устройств хранения данных.</li> </ol>
--------	---	---

ПК-5.3	Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА	<p><b>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет параллельный интерфейс обмена данными?</li> <li>2. Что собой представляет последовательный интерфейс обмена данными?</li> <li>3. С какой целью используются биты четности? Стоповые биты?</li> <li>4. Достоинства и недостатки проводных и опτικο-волоконных каналов связи.</li> <li>5. Что собой представляет SPA-шина?</li> <li>6. Чем обусловлено время срабатывания цифровых реле?</li> <li>7. В каких случаях необходимо программное восстановление кривой тока?</li> <li>8. На основе чего осуществляется программное косвенное измерение температуры?</li> <li>9. Почему логическая защита шин наиболее просто реализуется именно на цифровых реле?</li> <li>10. Каким образом при самотестировании обнаруживается неисправность тракта АЦП?</li> <li>11. Как осуществляется самотестирование микропроцессора?</li> <li>12. Каков (в процентах) в среднем охват самотестированием устройств цифрового комплекта защиты?</li> </ol> <p>В программном комплексе «Конфигуратор-НТ» составить таблицу подключений и таблицу назначений:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для терминала БМРЗ-122-Д-КЛ-01;</li> <li>2) для терминала БМРЗ-153-Д-УЗТ-01;</li> <li>3) для терминала БМРЗ-152-Д-КСЗ-01.</li> </ol>
--------	--	---

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и практические задания.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

–«**зачтено**» – студент должен знать принципы работы микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и систем электроснабжения, владеть основами программирования микропроцессорных терминалов защиты объектов электроэнергетики;

–«**не зачтено**» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.