



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



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

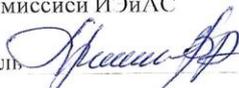
Магнитогорск
2022 год

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
25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.И. Коршилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмнин

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

 А.В. Малафеев

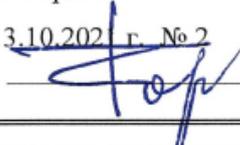
Рецензент:
начальник ЦЭСиП ЦАО «ММК», канд.



Н.А. Николасв

Лист актуализации рабочей программы

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 13.10.2021 г. № 2
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

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: 22.06.2022). - 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: 22.06.2022). – 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: 22.06.2022). - 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: 22.06.2022). - 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: 22.06.2022). – 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: 22.06.2022).

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: 22.06.2022).

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»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

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:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
-----------------------	---	---------------------------

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

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

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

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.