

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДЭ.02.01 Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Электрические станции, Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)


Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	1	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе	53	20
лекции (час.)	17	6
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	—	—
Самостоятельная работа (час.), в том числе	55	88
курсовой проект/работа (семестр)	—	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., (36)	экз., (36)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электрические станции» и «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.


**Составитель:**

Заведующий кафедрой

«Электрические станции», к.т.н.  Ткаченко С.Н.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой  Ткаченко С.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель  Ткаченко С.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## **1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина рассматривает вопросы функционирования и принципов построения современных микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.

*Цель дисциплины:*

Формирование знаний, умений и представлений в области микропроцессорных защит и автоматики электрических систем.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

особенности аварийных и аномальных режимов работы электроэнергетических систем; назначение, элементную базу, функциональные части и органы, основные принципы действия цифровых устройств релейной защиты и автоматики электрических систем, требования, предъявляемые к современным системам релейной защиты; особенности исполнения, наладки и эксплуатации цифровой релейной защиты и автоматики воздушных линий электро-передач, синхронных генераторов и компенсаторов, силовых трансформаторов и автотрансформаторов; защита вставок постоянного тока; измерительные системы, применяемые в цифровых устройствах релейной защиты и автоматики; цифровые УРОВ, АЧР, АПВ, АВР, АЛАР; перспективы развития и совершенствования цифровых систем релейной защиты и автоматики.

**уметь:**

анализировать научную и техническую литературу по тематике исследования; составлять схемы цифровой релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем; владеть методами выбора и обоснования релейной защиты, а также расчёта параметров их срабатывания, владеть методами выбора измерительных трансформаторов тока и напряжения, измерительных шунтов, датчиков тока и напряжения различного типа.

**владеть:**

навыками практического применения создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение микропроцессорных цифровых защит; навыками выбора серийного оборудования и проектирования новых объектов с использованием микропроцессорных защит объектов электроэнергетических систем, наладки и эксплуатации интеллектуальных цифровых защит; навыками анализа и оценки проектных решений в области цифровой релейной защиты и автоматики с точки зрения обеспечения надёжной и устойчивой работы электроэнергетической системы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПСК-2.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: общая физика, теоретические основы электротехники, высшая математика, электромагнитные переходные процессы, электрические машины, электрические аппараты, электротехнические материалы, основы релейной защиты и автоматизации энергосистем.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Интеллектуальные цифровые защиты» программы магистерской подготовки, прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Основные принципы построения и функционирования микропроцессорных защит и автоматики в электроэнергетических системах.	4/5	2/1	0/0	0/0	2/4
2	Классификация нормальных, аномальных и аварийных режимов работы объектов электроэнергетических систем. Устойчивость энергосистемы.	6/5	2/1	0/0	0/0	4/4
3	Классификация микропроцессорных защит согласно ПУЭ, стандартов МЭК (IEC) и ANSI.	8/6	2/1	0/0	2/1	4/4
4	Измерительные органы цифровой релейной защиты.	10/7	2/2	0/0	4/1	4/4
5	Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты воздушных линий электропередач напряжением 110-750 кВ.	10/4	2/0	0/0	4/0	4/4
6	Тема 6. Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты кабельных и воздушных линий электропередач напряжением 6-35 кВ.	9/6	2/1	0/0	3/1	4/4
7	Цифровая дистанционная защита в распределительных сетях.	6/4	2/0	0/0	0/0	4/4
8	Цифровая дистанционная защита в магистральных сетях сложной конфигурации.	6/4	2/0	0/0	0/0	4/4
9	Микропроцессорные защиты силовых трансформаторов и автотранс-	6/6	2/0	0/0	0/0	4/6



	форматоров.					
10	Цифровая дифференциальная защита линий электропередач.	6/6	2/1	0/0	0/0	4/6
11	Эксплуатационная эффективность микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.	6/6	2/0	0/0	0/0	4/6
12	Системы регистрации аварийных ситуаций (РАС), мониторинга и диагностики параметров текущего режима.	6/6	2/0	0/0	0/0	4/6
13	Особенности наладки микропроцессорных терминалов МРЗС.	5/4	2/1	0/0	0/0	3/4
14	Особенности наладки микропроцессорных терминалов Siprotec <sup>TM</sup> Siemens®.	8/5	2/0	0/0	4/1	2/4
15	Особенности наладки микропроцессорных терминалов производства компании ABB®.	4/4	2/0	0/0	0/0	2/4
16	Особенности построения и функционирования систем релейной защиты и автоматики, работающих в энергосистемах с большой долей возобновляемых источников энергии концепции Smart grid.	4/6	2/0	0/0	0/0	2/6
17	Пути дальнейшего совершенствования микропроцессорных защит и автоматики электрических систем.	4/6	2/0	0/0	0/0	2/6
Контактная работа (дополнительная)		2/6				2/6
Курсовая работа (проект)		0/0	0/0			
Итого по видам занятий		108/108	108/108	34/6	0/0	17/4
Контроль		36/36	36/36			
<b>ИТОГО</b>		<b>144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1-9
ПК-4	Темы 1, 4-9
ПК-5	Темы 1, 4-9
ПСК-2	Темы 1, 4-9

## 3.2 Лекции

Тема 1. Основные принципы построения и функционирования микропроцессорных защит и автоматики в электроэнергетических системах.

Содержание темы 1: Основные принципы построения и функционирования микропроцессорных защит и автоматики в электроэнергетических системах. Краткая информация, история появления и развития микропроцессорных устройств.

Литература к теме 1: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 2. Классификация нормальных, анормальных и аварийных режимов работы объектов электроэнергетических систем. Устойчивость энергосистемы.

Содержание темы 2: Классификация и анализ нормальных, анормальных и аварийных режимов работы объектов электроэнергетических систем. Понятие устойчивости энергосистемы. Роль цифровых систем релейной защиты и автоматики в поддержании устойчивости.

Литература к теме 2: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 3. Классификация микропроцессорных защит согласно ПУЭ, стандартов МЭК (IEC) и ANSI.

Содержание темы 3: Анализ классификации микропроцессорных защит согласно стандартов МЭК (IEC) и Американского национального института стандартизации (ANSI). Сравнение с требованиями ПУЭ.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 4. Измерительные органы цифровой релейной защиты.

Содержание темы 4: Анализ измерительных органов цифровой релейной защиты. Гальваническая развязка. Принцип работы датчика тока и напряжения, основанного на эффекте Холла. Структура блока цифровой фильтрации входных сигналов. Преобразование Фурье.

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 5. Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты воздушных линий электропередач напряжением 110-750 кВ.

Содержание темы 5: Анализ принципов построения и особенностей реализации микропроцессорных систем релейной защиты воздушных линий электропередач напряжением 110-750 кВ. Направленная и ненаправленная цифровая ступенчатая токовая защита (СТЗ) от междофазных КЗ. Направленная и ненаправленная цифровая ступенчатая токовая защита (СТЗ) от КЗ, связанных с землей. Типовые схемы цифровых защит ЛЭП 110-750 кВ.

Литература к теме 5: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 6. Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты кабельных и воздушных линий электропередач напряжением 6-35 кВ.

Содержание темы 6: Требования ПУЭ, принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты кабельных и воздушных линий электропередач напряжением 6-35 кВ. Цифровая СТЗ от междуфазных КЗ. Направленная селективная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной. Сигнализация от замыканий на землю.

Литература к теме 6: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 7. Цифровая дистанционная защита в распределительных сетях.

Содержание темы 7: Принцип действия и особенности цифровой дистанционной защиты в распределительных сетях. Характеристики времени срабатывания. Характеристики срабатывания цифрового реле сопротивления. Выбор параметров срабатывания трёхступенчатой дистанционной защиты воздушной ЛЭП.

Литература к теме 7: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 8. Цифровая дистанционная защита в магистральных сетях сложной конфигурации.

Содержание темы 8: Особенности выполнения цифровой дистанционной защиты в магистральных сетях сложной конфигурации. Блокировка от качаний. Блокировка от ложного срабатывания при неисправностях в цепях напряжения.

Литература к теме 8: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 9. Микропроцессорные защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Содержание темы 9: Особенности микропроцессорных защит силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Цифровая МТЗ с пуском по напряжению. Защита от перегрузки. Цифровая продольная дифференциальная защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Анализ типовых схем.

Литература к теме 9: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 10. Цифровая дифференциальная защита линий электропередач.

Содержание темы 10: Принцип действия, особенности цифровой продольной дифференциальной защиты линий электропередач. Расчёт параметров срабатывания. Анализ существующих решений.

Литература к теме 10: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 11. Эксплуатационная эффективность микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

Содержание темы 11: Проблемы эксплуатации микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики на объектах энергосистем. Анализ способов повышения эффективности микропроцессорных систем.

Литература к теме 11: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 12. Системы регистрации аварийных ситуаций (РАС), мониторинга параметров текущего режима и диагностики.

Содержание темы 12: Особенности наладки и функционирования систем регистрации аварийных ситуаций (РАС), мониторинга параметров текущего режима и диагностики. Анализ существующих решений.

Литература к теме 12: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 13. Особенности наладки микропроцессорных терминалов МРЗС.

Содержание темы 13: Конструктивные особенности и специфика наладки (конфигурирования) микропроцессорных терминалов МРЗС-05.

Литература к теме 13: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 14. Особенности наладки микропроцессорных терминалов Siprotec<sup>TM</sup> Siemens<sup>®</sup>.

Содержание темы 14: Конструктивные особенности и специфика наладки (конфигурирования) микропроцессорных терминалов Siprotec<sup>TM</sup> Siemens<sup>®</sup>. Основы работы с программным продуктом Siemens<sup>®</sup> DigSi<sup>TM</sup>.

Литература к теме 14: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 15. Особенности наладки микропроцессорных терминалов производства компании ABB<sup>®</sup>.

Содержание темы 15: Конструктивные особенности и специфика наладки (конфигурирования) микропроцессорных терминалов производства ABB<sup>®</sup>. Основы работы с программным продуктом ABB<sup>®</sup> CAP505<sup>TM</sup>.

Литература к теме 15: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 16. Особенности построения и функционирования систем релейной защиты и автоматики, работающих в энергосистемах с большой долей возобновляемых источников энергии концепции Smart grid.

Содержание темы 16: Особенности построения и функционирования систем релейной защиты и автоматики, работающих в энергосистемах с большой долей возобновляемых источников энергии концепции Smart grid. Организация связи между микропроцессорными терминалами с использованием стандарта МЭК 61850.

Литература к теме 16: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

Тема 17. Пути дальнейшего совершенствования микропроцессорных защит и автоматики электрических систем.

Содержание темы 17: Анализ путей дальнейшего совершенствования микропроцессорных защит и автоматики электрических систем. Пути модернизации измерительного тракта. Беспроводная система связи. Централизованная микропроцессорная система релейной защиты и автоматики.

Литература к теме 17: [\[1,2,3,4,5,6\]](#)

### **3.3 Практические занятия**

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.



### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литера- тура
1	Исследование статического реле тока типа РСТ-13	2/1	[7]
2	Исследование статического реле времени типа РВ-01	2/1	[7]
3	Исследование статического реле мощности типа РСМ-13	2/0	[7]
4	Исследование направленной ступенчатой токовой защиты, цифровых АПВ, УРОВ на базе микропроцессорного терминала ABB® REF 545	4/1	[7]
5	Исследование цифровой ступенчатой токовой защиты на базе микропроцессорного терминала Siemens® Siprotec™ 7SJ64	4/1	[7]
6	Микропроцессорное устройство защиты, автоматики, контроля и управления присоединений 6-35 кВ типа МРЗС-05	3/0	[7]
<b>ИТОГО</b>		17/4	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	32/65
2	Подготовка к практическим занятиям	–
3	Подготовка к лабораторным работам	25/15
4	Выполнение курсового проекта	–
5	Выполнение курсовой работы	–
6	Выполнение индивидуального задания	0/18
<b>ИТОГО</b>		57/98

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен. Для студентов заочной формы обучения во 1-м семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания** [8,9].

Тематика индивидуального задания связана расчётом параметров срабатывания микропроцессорных защит воздушной ЛЭП или силового понижающего трансформатора [8,9].

Цель – закрепление теоретического материала дисциплины и получение практических навыков расчёта параметров срабатывания микропроцессорных защит энергообъектов.

В результате выполнения работы обучающийся должен:

- знать типовые решения в области цифровых защит линий электропередач и силовых трансформаторов;
- уметь пользоваться нормативной и справочной литературой;
- владеть навыками составления структурно-логической схемы цифровых защит.

Индивидуальное задание оформляется на листах формата А4. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию 7-10 страниц формата А4.

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену:**

1. Основные принципы построения и функционирования микропроцессорных защит и автоматики в электроэнергетических системах.

2. Классификация нормальных, аномальных и аварийных режимов работы объектов электроэнергетических систем. Устойчивость энергосистемы.

3. Классификация микропроцессорных защит согласно ПУЭ, стандартов МЭК (IEC) и ANSI.

4. Измерительные органы цифровой релейной защиты.

5. Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты воздушных линий электропередач напряжением 110-750 кВ.
6. Принципы построения и особенности микропроцессорных систем релейной защиты кабельных и воздушных линий электропередач напряжением 6-35 кВ.
7. Цифровая дистанционная защита в распределительных сетях.
8. Цифровая дистанционная защита в магистральных сетях сложной конфигурации.
9. Микропроцессорные защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
10. Цифровая дифференциальная защита линий электропередач.
11. Эксплуатационная эффективность микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.
12. Системы регистрации аварийных ситуаций (РАС), мониторинга и диагностики параметров текущего режима.
13. Особенности наладки микропроцессорных терминалов МРЗС.
14. Особенности наладки микропроцессорных терминалов Siprotec<sup>TM</sup> Siemens®.
15. Особенности наладки микропроцессорных терминалов производства компании ABB®.
16. Особенности построения и функционирования систем релейной защиты и автоматики, работающих в энергосистемах с большой долей возобновляемых источников энергии концепции Smart grid.
17. Пути дальнейшего совершенствования микропроцессорных защит и автоматики электрических систем.
18. Какова чувствительность микропроцессорных защит по сравнению защитами, построенными с использованием аналоговых реле?
19. Что такое адаптивная уставка защиты, и в каких случаях целесообразна к использованию?
20. В каких случаях в процессе работы используется функция самодиагностики микропроцессорного терминала релейной защиты и автоматики?

### **Пример экзаменационного билета:**

#### **ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Магистерская программа:

Электрические станции

(название)

Семестр:

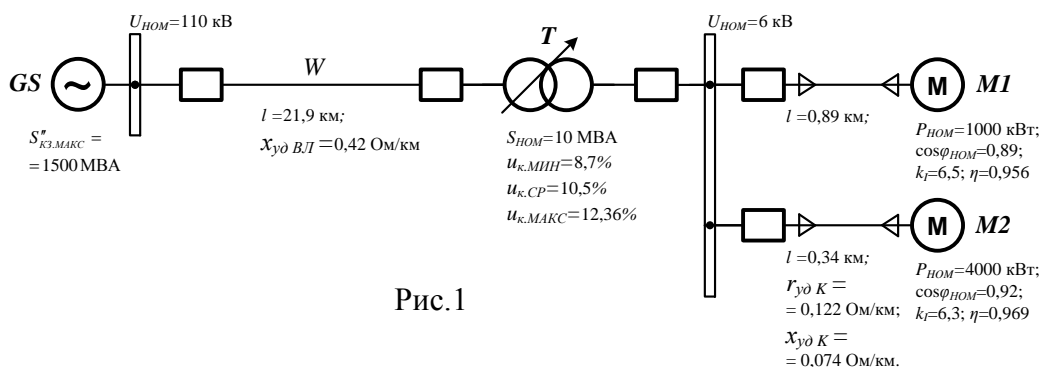
I

Учебная дисциплина:

Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем

## БИЛЕТ № 1

1. Основные принципы построения и функционирования микропроцессорных защит и автоматики в электроэнергетических системах;
2. Классификация микропроцессорных защит согласно ПУЭ, стандартов МЭК (IEC) и ANSI;
3. Определить параметры срабатывания цифровой защиты от перегрузки асинхронного двигателя М1 (рис.1).



Утверждено на заседании кафедры «Электрические станции»  
протокол № 1 от 28 августа 2020 г.

Зав. кафедрой, \_\_\_\_\_ Ткаченко С.Н.  
экзаменатор (подпись)

### 4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы с получением отметки преподавателя о выполнении), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится два теоретических вопроса (задания №1 и №2) и одна задача (задание №3). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,2; 0,3 и 0,5. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

Для каждого теоретического вопроса оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с



учетом его значимости). В случае неверного ответа на теоретический вопрос обучающийся получает за него ноль баллов.

Для задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин, наличии поясняющих комментариев к расчету и выполненном полном анализе результатов (если требуется в задаче). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов). При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их соответствующий весовой коэффициент и округляется до целого значения в большую сторону.

При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 1. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

#### **Пример расчета итоговой оценки по экзамену.**

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,2, 0,3 и 0,5. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 60, 90 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:

$$0,2 \cdot 60 + 0,3 \cdot 90 + 0,5 \cdot 85 = 81,5 \approx 81 \text{ балл.}$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS. Для рассмотренного примера это оценки «хорошо» и «B» соответственно.

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы и решение задачи экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	20
	задача 1	40
<b>ИТОГО:</b>		<b>100</b>

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
		Неудовлетворительно

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.5 Пример текущего опроса на занятиях

**На примере темы «Исследование статического реле тока типа РСТ-13».**

1. Каким образом производится задание конкретной уставки срабатывания?
- 2) Как устроена воспринимающая часть реле тока серии РСТ-11?
- 3) Из каких функциональных частей состоит измерительная часть статического реле тока типа РСТ-11?
- 4) Какой способ определения интегрального параметра используется в исполнительной части статического реле тока типа РСТ-11?
- 5) Как выполнена исполнительная часть реле статического реле тока типа РСТ-11?
- 6) Как выполнен источник питания реле тока РСТ-11?
- 7) Каким образом защищается реле РСТ от наводок со стороны входных цепей?

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий (15 минут в начале лабораторной работы).

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Богданов, А. В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах: учебное пособие / А. В. Богданов, А. В. Бондарев. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 82 с. – ISBN 8-987-903550-43-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/69913.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ: учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. – 2-е изд. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 608 с. – ISBN 978-5-9729-0511-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/98353.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

### *II Дополнительная литература*

3. Малышева, Н. Н. Микропроцессорные релейные защиты. Ч.1 : учебное пособие / Н. Н. Малышева. – Нижневартовск : Нижневартовский государственный университет, 2019. – 95 с. – ISBN 978-5-00047-512-6. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL:

<http://www.iprbookshop.ru/92802.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4. Всережимное математическое моделирование релейной защиты электроэнергетических систем: монография / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, И. С. Гордиенко [и др.]. – Томск: Томский политехнический университет, 2016. – 176 с. – ISBN 978-5-4387-0712-7. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/83996.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5. Захаров, О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты : показатели. Требования. Оценки / О. Г. Захаров. – Москва : Инфра-Инженерия, 2014. – 128 с. – ISBN 978-5-9729-0073-2. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/23316.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6. Гуревич, В. И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты : проблемы и решения / В. И. Гуревич. – Москва : Инфра-Инженерия, 2014. – 256 с. – ISBN 978-5-9729-0077-0. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/23320.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электрические станции») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: С.Н. Ткаченко]. – 2,471 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента;

8. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электрические станции») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: С.Н. Ткаченко]. – 0,39 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента;

9. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электрические станции») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф.

«Электрические станции»; [сост.: С.Н. Ткаченко]. – 0,306 Мб. – Донецк : ГОУВ-ПО "ДОННТУ", 2020. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

### **7.2 Лабораторные работы:**

1. Лаборатория релейной защиты и автоматики электрических систем №8.515 учебный корпус 8 для проведения лекций и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: лабораторные стенды, доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютер Intel Celeron 1,0 GHz, 256 Mb single, 1 Tb, Windows XP Pro SP3, мультимедийный проектор EPSON, экран).

2. Лаборатория № 8.005 учебный корпус 8 для проведения лабораторных занятий, индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: столы, стулья ученические, лабораторный стенд для исследования микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики серии SIPROTEC производства фирмы SIEMENS, солнечная электростанция мощностью 10 кВт с инвертером, модель ветроэнергетической установки на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, сервер HP, компьютеры Intel Core i7 860 2,83 GHz, 4048 Mb single, 750 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (ASUS H242H, 1600x1080).

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).