

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электромеханики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Тарасенко О.В.

« 25 » 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

**«ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ»**

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа:

«Исследование и совершенствование электрооборудования предприятий,
организаций и учреждений»

Разработчик:

Доцент кафедры электромеханика _____ Шатова Н.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электромеханики
от « 25 » _____ 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой _____ Яковенко В.В.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Защита и автоматика электроэнергетического оборудования»**

Задания закрытого типа

Задание закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ:

1. Воспринимающий орган защиты:

- А) подает предупредительный сигнал;
- Б) улавливает изменение электрических величин;
- В) воздействует на внешние цепи;
- Г) отключает выключатели.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. В качестве измерительного органа дистанционной защиты ЛЭП используют?

- А) реле времени;
- Б) измерительный трансформатор тока;
- В) реле сопротивления;
- Г) измерительный трансформатор напряжения.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. В дистанционной защите ЛЭП несколько ступеней делается для:

- А) повышения надежности;
- Б) обеспечения чувствительности;
- В) исключения ложной работы;
- Г) резервирования защит следующих участков.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. В первичном реле воспринимающий орган включается:

- А) через измерительные трансформаторы;
- Б) между фазами трансформатора;
- В) между измерительными трансформаторами;
- Г) непосредственно в цепь защищаемого элемента.

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. В поляризованном реле равновесие сил, действующих на якорь, нарушается при:

- А) изменении направления рабочего тока;
- Б) возникновении не симметрии в воздушных зазорах;
- В) изменении полярности рабочего напряжения;
- Г) изменении направления рабочего магнитного потока.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца

1. Установите соответствие свойств релейной защиты и определение этих понятий:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1) Селективность (избирательность) | А) способность защиты срабатывать при повреждении в зоне действия и минимальном режиме работы системы с необходимым запасом. |
| 2) Быстродействие | Б) высшее свойство релейной защиты, обеспечивающее отключение при коротком замыкании только поврежденного элемента системы с помощью выключателей. |
| 3) Надежность | В) время срабатывания $t_{сз}$ защиты на отключающий коммутационный аппарат при возникновении повреждения должно быть наименьшим. |
| 4) Чувствительность | Г) способность защиты безотказно срабатывать при возникновении повреждения в зоне действия, не срабатывать при повреждении вне зоны действия и не срабатывать при отсутствии повреждения. |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Установите соответствие между элементами релейной защиты и их определениями:

- | | |
|-------------------------|---|
| 1) Измерительные органы | А) Формирует на основе сигнала логической части управляющее воздействие на выключатель защищаемого объекта |
| 2) Пусковые органы | Б) Это схема, которая запускается пусковыми органами и, анализируя действия измерительных органов, производит предусмотренные действия (отключение) |

выключателей, запуск других устройств, подача сигналов и пр.)

- 3) Логическая часть В) Определяют место и характер повреждения и принимают решения о необходимости действия защиты
- 4) Управляющий (исполнительный) орган Г) Непрерывно контролируют состояние и режим работы защищаемого участка цепи и реагируют на возникновение коротких замыканий и нарушения нормального режима работы

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Установите соответствие между режимами систем электроснабжения (СЭС) и их характеристиками:

- 1) Нормальный режим СЭС А) кратковременный переходный режим, связанный с нарушением нормального режима и продолжающийся до отключения поврежденных элементов системы
- 2) Аварийный режим СЭС Б) переходный режим, возникающий после отключения поврежденных элементов системы
- 3) Послеаварийный режим СЭС В) установившийся режим работы системы, при котором обеспечивается бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией в необходимом количестве и установленного качества и продолжающийся как угодно долго
- Г) установившийся переходный режим, связанный с нарушением нормального режима и продолжающийся как угодно долго

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Установите соответствие между средствами релейной защиты и их определениями:

- 1) плавкий предохранитель А) механизм, который обеспечивает размыкание или замыкание электрической цепи внутри коммутационного аппарата
- 2) автоматический выключатель Б) электрический контакт, обеспечивающий механическое замыкание и размыкание электрической цепи при воздействии управляющего магнитного поля на его элементы
- 3) геркон В) электрический аппарат однократного действия, защищающий электрооборудование от перегрузок и токов короткого замыкания

- 4) разцепитель Г) контактный коммутационный аппарат (механический или электронный), способный включать токи, проводить их и отключать при ненормальных условиях в цепи, таких как токи короткого замыкания.

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Установите соответствие между видами релейной защиты и их характеристиками

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1) Основная защита | А) защита, предназначенная для резервирования действия основных защит при КЗ в пределах зоны действия основной защиты |
| 2) Резервная защита | Б) защита, защищающая не только свой элемент, но и смежные |
| 3) Защита с абсолютной селективностью | В) защита без задержки времени, зона действия которой не выходит за пределы защищаемого объекта |
| 4) Дублирующая защита | Г) защита, предназначенная для действия при всех видах КЗ в пределах всего защищаемого элемента со временем меньшим, чем у других установленных на этом элементе защит
Д) защита, которая по своим параметрам и характеристикам полностью повторяет основную или резервную защиту, но имеет цепь оперативного тока, ТН и ТТ независимые от них |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	А	В	Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задание закрытого типа на установления правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Установите последовательность срабатывания многоступенчатой релейной защиты:

- А) отсечка с задержкой времени
- Б) защита от перегрузки
- В) максимальная токовая защита

Г) отсечка без задержки времени
Правильный ответ: Г, А, В, Б
Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задания открытого типа

Задание открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. Электронное устройство, предназначенное для автоматического включения и выключения различных приборов через заданные промежутки времени, называется _____

Правильный ответ: реле времени
Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Электротехнический аппарат, предназначенный для защиты электрических цепей и установок от токов короткого замыкания и перегрузок, называется _____

Правильный ответ: предохранитель
Компетенции (индикаторы): ПК -1

3. Электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования; массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, называются ...

Правильный ответ: приемники 1 категории
Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. График, на котором отображается время срабатывания различных устройств защиты в зависимости от тока короткого замыкания, называется ...

Правильный ответ: карта селективности
Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Герметизированный магнитоуправляемый контакт, элемент электрической цепи, изменяющий её состояние посредством механического замыкания или размыкания при воздействии управляющего магнитного поля называется ...

Правильный ответ: геркон
Компетенции (индикаторы): ПК -1

Задание открытого типа с кратким свободным ответом

Вставьте пропущенное слово (словосочетание)

1. Способность защиты безотказно срабатывать при возникновении повреждения в зоне действия, не срабатывать при повреждении вне зоны действия и не срабатывать при отсутствии повреждения называется _____

Правильный ответ: надежностью / надежность

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Один из видов релейной защиты, отличающийся абсолютной селективностью и выполняющийся быстродействующим (без искусственной выдержки времени) называется

Правильный ответ: дифференциальная защита / дифференциальной защитой

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Сколько существует категорий надежности электроприемников?

Правильный ответ: три категории / 3 категории

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Высшее свойство релейной защиты, обеспечивающее отключение при коротком замыкании только поврежденного элемента системы с помощью выключателей называется _____

Правильный ответ: селективностью / селективность / избирательностью / избирательность

Компетенции (индикаторы): ПК-1

5. Как делятся электроустановки по условиям электробезопасности?

Правильный ответ: электроустановки до 1000 В и свыше 1000 В / до 1 кВ и свыше 1 кВ

Компетенции (индикаторы): ПК-1

6. Величина, показывающая, во сколько раз изменяется параметр электрической цепи (напряжение и ток) при переходе от первичной обмотки трансформатора ко вторичной называется ...

Правильный ответ: коэффициент трансформации / коэффициент трансформации трансформатора

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задание открытого типа с развернутым ответом

Приведите полное решение задачи

1. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и нормальными условиями пуска имеет следующие параметры:

$P_H, кВт$	$U_H, В$	$\eta, \%$	$\cos \varphi_H$	K_3	$\frac{I_n}{I_H}$
7,5	380	87,5	0,86	0,9	7,5

Определите величину номинального тока плавкой вставки $I_{H\text{ пв}}$ для защиты АД и выберите плавкий предохранитель и обоснуйте свой выбор.

Приложение

Области применения и структура обозначения плавких предохранителей

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ПЛАВКИЕ СЕРИИ Е27

Предназначены для защиты от перегрузок и коротких замыканий осветительных сетей с номинальным напряжением 380В частоты 50Гц. Номинальный ток плавкой вставки: 6,3; 10; 16; 20; 25А.

Структура условного обозначения

Е27 XXXX - XX/380 - 20 XX

Е24 - обозначение серии;

Х - исполнение основания: К - квадратное, П - прямоугольное;

Х - исполнение крышки: Ф - фарфоровая, отсутствие буквы - пластмассовая;

Х - исполнение плавкой вставки и держателя плавкой вставки: 1 - без указателя срабатывания на токи 6,3; 10А плавкой вставки и на ток 10А держателя плавкой вставки; 2 - с указателем срабатывания на токи 6,3; 10; 16; 20; 25А плавкой вставки и на ток 25А держателя плавкой вставки;

Х - вид присоединения приводов; отсутствие буквы с передним присоединением, 3 - с задним присоединением;

XX - номинальный ток плавкой вставки: 6,3; 10; 16; 20; 25А;

«380» - номинальное напряжение;

20 - степень защиты IP20;

XX - климатическое исполнение УЗ, ТЗ.

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ПЛАВКИЕ СЕРИИ ПН2

Предназначены для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей трехфазного переменного тока напряжением 380/220В частоты 50и 60Гц и 220В постоянного тока при перегрузках и коротких замыканиях. Предохранители допускают работу в трехфазных сетях переменного тока напряжением до 440В частотой 50 и 60Гц.

Структура условного обозначения

ПН2-XXX-XXXX

ПН - вид предохранителя;

2 - номер серии;

XXX - номинальный ток, А 100, 250, 400, 600;

Х - способ монтажа предохранителей в сочетании со способом присоединения внешних проводников к выводам предохранителя (1 - на

основаниях комплектного устройства с передним присоединением; 3 - на собственном основании с передним присоединением; 7 - на проводниках комплектного устройства);

Х - наличие свободных контактов и указателя срабатывания (0 - без указателя срабатывания и свободных контактов; 1 - с указателем срабатывания; 2 - с указателем срабатывания и замыкающими свободными контактами; 3 - с указателем срабатывания и размыкающими свободными контактами);

XX - климатическое исполнение (УХЛ, Т) и категория размещения «3»

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ СЕРИИ ПР-2

Предохранители общего назначения с закрытым плавким элементом, общепромышленного применения, применяются для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и токов короткого замыкания, при включении их в цепи переменного тока до 1000А напряжением до 500В, частоты 50 и 60Гц, в цепи постоянного тока напряжением до 440В.

Структура условного обозначения

ПР-2 XX-XXX-XX:

П — предохранитель;

Р — разборный;

2 — номер разработки;

XX — величина номинального тока, А; 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 60, 80, 100 А

XXX — рабочее напряжение, В;

XX — климатическое исполнение и категория размещения У4, Т3

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Для расчета величины номинального тока плавкой вставки $I_{H ПВ}$ используем условие $I_{H ПВ} \geq 0,4 \cdot I_{II}$. Номинальный ток АД определяется выражением:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 0,875} = 15,16 \text{ А}$$

Величина пускового тока АД:

$$I_n = \frac{I_n}{I_H} \cdot I_H = 7,5 \cdot 15,16 = 113,71 \text{ А}$$

Номинальный ток плавкой вставки

$$I_{H ПВ} \geq 0,4 \cdot I_{II} \quad I_{H ПВ} \geq 0,4 \cdot 113,71 \quad I_{H ПВ} \geq 45,48 \text{ А}$$

Выбираем плавкую вставку на ближайшее большее стандартное значение номинального тока $I_{H ПВ} = 60 \text{ А}$ и плавкий предохранитель ПР – 2 – 60 – 380 -У4.

Критерии оценивания:

- расчет параметров плавкой вставки;
- выбор оптимального плавкого предохранителя;

– правильная запись условного обозначения выбранного плавкого предохранителя.

Правильный ответ: ПР – 2 – 60 – 380 -У4.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и временем пуска 5 с имеет следующие параметры:

$P_H, кВт$	$U_H, В$	$\eta, \%$	$\cos \varphi_H$	K_3	$\frac{I_n}{I_H}$
7,5	380	87,5	0,86	0,9	7,5

Для защиты АД используется автоматический выключатель.

Определите величину тока срабатывания электромагнитных расцепителей $I_{CP \text{ ЭЛ}}$, произвести выбор автоматического выключателя серии АЕ.

Приложение

Области применения и структура обозначения автоматических выключателей

Выключатели серии АЕ предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частоты 50, 60 Гц напряжением до 400 В с рабочими токами от 10 до 125 А для защиты от перегрузок и коротких замыканий, для нечастых (до 3 в час) оперативных включений и отключений линий.

Структура условного обозначения выключателя

АЕ 20 Х1 Х2 Х3 Х4 – Х5 Х6 Х7 Х8Х9

АЕ20 обозначение базовой разработки выключателя;

Х1 - обозначение величины выключателя по номинальному току (63 А) – 4 (125 А) – 5

Х2 - число полюсов в комбинации с максимальными расцепителями тока:

3 - трехполюсные с расцепителями тока короткого замыкания (электромагнитными);

6 - трехполюсные с расцепителями тока короткого замыкания и расцепителями тока перегрузки (тепловыми);

0 - условное обобщенное обозначение: проставляется, если не требуется конкретное обозначение по виду расцепителей максимального тока;

Х3 Х4 – М(М1)- модернизированный выключатель;

Х5 - наличие вспомогательных контактов:

1 - без вспомогательных контактов,

2 - один замыкающий вспомогательный контакт (1З),

3 - один размыкающий вспомогательный контакт (1Р),

4 - один замыкающий и один размыкающий вспомогательные контакты (1З+1Р);

Х6 - наличие независимого расцепителя:

0 - без независимого расцепителя,

- 2 - с независимым расцепителем;
 X7 – наличие регулировки теплового расцепителя и температурной компенсации
 0 - без регулировки и температурной компенсации;
 P – с регулировкой и температурной компенсацией;
 X8X9 - климатическое исполнение и категория размещения: УЗ или ТЗ.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

Для выбора номинального тока автоматического выключателя по условию необходимо определить максимальный расчетный ток АД. Номинальный ток АД определяется выражением:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86 \cdot 0,875} = 15,16 \text{ A}.$$

Отсюда $I_{P_{max}} = K_3 \cdot I_H = 0,9 \cdot 15,16 = 13,64 \text{ A}.$

Выбираем автоматический выключатель на ближайшее большее стандартное значение номинального тока $I_{H AB} = 16 \text{ A}.$

Определяем величину тока срабатывания электромагнитных расцепителей $I_{CP \text{ ЭЛ}}:$

$$I_{CP \text{ ЭЛ}} = (12...15) \cdot I_{H AB} = 12 \cdot 16 = 192 \text{ A}.$$

Затем выполняем проверку выбранного автоматического выключателя на несрабатывание при пуске, для этого должно выполняться следующее условие:

$$I_{CP \text{ ЭЛ}} \geq (1,5 \dots 1,6) \cdot I_{II}$$

Величина пускового тока АД:

$$I_n = \frac{I_n}{I_H} \cdot I_H = 7,5 \cdot 15,16 = 113,71 \text{ A}$$

$$192 \geq (1,5 \dots 1,6) \cdot 113,71 \qquad 192 \text{ A} \geq 171 \text{ A}$$

Условие выполняется, то выбор выключателя произведен правильно.

Выбираем автоматический выключатель АЕ-2040 – 100УЗ с $I_{H AB} = 16 \text{ A}$

и $I_{CP \text{ ЭЛ}} = 12 I_{H AB}.$

Критерии оценивания:

- определение номинального тока автоматического выключателя;
- выбор автоматического выключателя;
- правильная запись условного обозначения выбранного автоматического выключателя.

Правильный ответ: АЕ-2040 – 100УЗ.

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее –ФОС) по дисциплине «Защита и автоматика электроэнергетического оборудования» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель Учебно-методического совета
института приборостроения и
электротехнических систем



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)