

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технические системы обеспечения безопасности электроустановок»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-13: Способен проводить выбор методов и способов обеспечения экологической и технической безопасности производства	Курсовая работа; экзамен	Контролирующие материалы для защиты курсовой работы; комплект контролирующих материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Технические системы обеспечения безопасности электроустановок».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Технические системы обеспечения безопасности электроустановок» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с принципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.		
--	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1.Задания для проверки выполнения ИДК по дисциплине

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-13 Способен проводить выбор методов и способов обеспечения экологической и технической безопасности производства	ПК-13.1 Применяет методы и способы обеспечения экологической и технической безопасности производства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
по дисциплине «Технические системы обеспечения безопасности
электроустановок»

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИДК

Задание 1

Задача по выбору параметров системы защиты внутренней электрической сети производственного объекта автоматическими выключателями с характеристикой типа С.

На рисунке 1 представлена схема электроснабжения сельского производственного объекта.

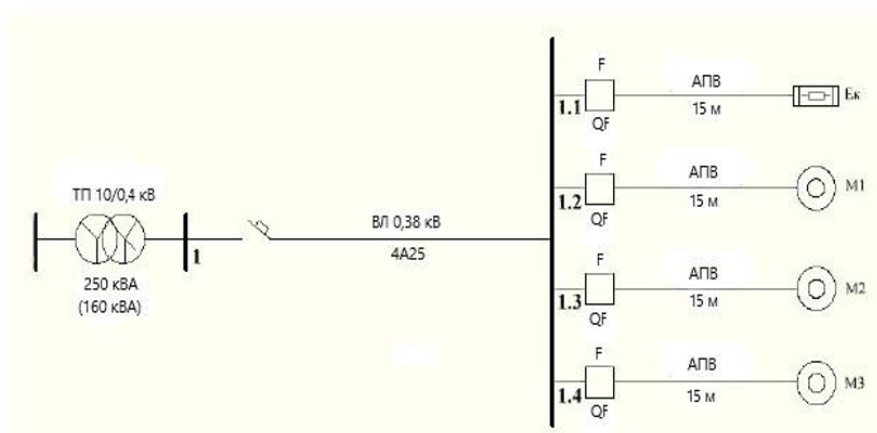


Рисунок 1 – Схема электроснабжения производственного объекта (E_k – нагревательный элемент; М1, М2, М3 – электродвигатели)

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. Марка проводов линий внутренней сети указана на схеме, а параметры нагрузки приведены в таблице 1. Все электродвигатели – асинхронные, трехфазные с легким пуском, кратностью пускового тока 5, номинальным коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$ номинальным коэффициентом полезного действия $\eta = 0,9$. Для электронагревателя $\cos \varphi = 0,9$.

Таблица1- Параметры нагрузки производственного объекта

Мощность нагрузки, кВт			
E_k	M1	M2	M3
10,0	4	5,5	7,5

Значения допустимых токов для алюминиевой электропроводки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения допустимого тока для алюминиевой электропроводки, выполненной трехжильным проводом и тремя одножильными проводами, проложенными в трубе

Сечение жилы, мм ²	Допустимый ток для трехжильного провода, А	Допустимый ток для трех одножильных проводов, А
4	21	28
6	26	32
10	38	47
16	55	60
25	65	80

Для представленной схемы выбрать параметры автоматических выключателей (QF) серии ВА 61F29 с характеристикой типа С на головных участках внутренней сети и по условиям согласования с параметрами защиты выбрать сечения проводов по участкам внутренней сети.

Значения номинальных токов тепловых расцепителей автоматических выключателей выбираются из ряда: 6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63 А.

Задание 2

Задача по выбору параметров системы защиты внутренней электрической сети производственного объекта автоматическими выключателями с характеристикой типа В

На рисунке 1 представлена схема электроснабжения сельского производственного объекта.

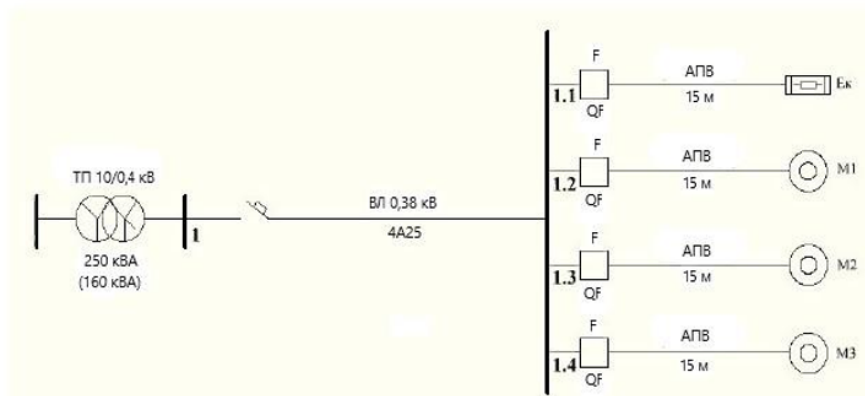


Рисунок 1 – Схема электроснабжения производственного объекта (Е_к – нагревательный элемент; М1, М2, М3 – электродвигатели)

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. Марка проводов линий внутренней сети указана на схеме, а параметры нагрузки приведены в таблице 1. Все электродвигатели – асинхронные, трехфазные с легким пуском, кратностью пускового тока 5, номинальным коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$ номинальным коэффициентом полезного действия $\eta = 0,9$. Для электронагревателя $\cos \varphi = 0,9$.

Таблица 1- Параметры нагрузки производственного объекта

Мощность нагрузки, кВт			
Е _к	М1	М2	М3
10,0	4	5,5	7,5

Значения допустимых токов для алюминиевой электропроводки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения допустимого тока для алюминиевой электропроводки, выполненной трехжильным проводом и тремя одножильными проводами, проложенными в трубе

Сечение жилы, мм ²	Допустимый ток для трехжильного провода, А	Допустимый ток для трех одножильных проводов, А
4	21	28
6	26	32
10	38	47
16	55	60
25	65	80

Для представленной схемы выбрать параметры автоматических выключателей (QF) серии ВА 61F29 с характеристикой типа В на головных участках внутренней сети и по условиям согласования с параметрами защиты выбрать сечения проводов по участкам внутренней сети.

Значения номинальных токов тепловых расцепителей автоматических выключателей выбираются из ряда: 6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63 А.

Задание 3

Задача по выбору параметров системы защиты внутренней электрической сети производственного объекта предохранителями

На рисунке 1 представлена схема электроснабжения сельского производственного объекта.

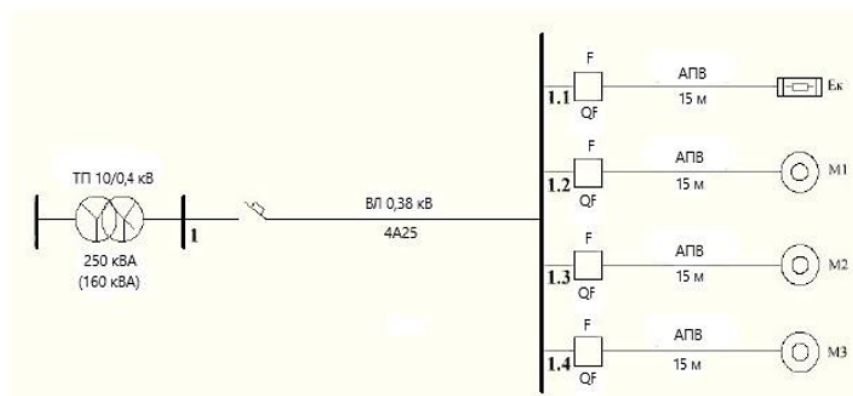


Рисунок 1 – Схема электроснабжения производственного объекта (E_к – нагревательный элемент; M1, M2, M3 – электродвигатели)

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. Марка проводов линий внутренней сети указана на схеме, а параметры нагрузки приведены в таблице 1. Все электродвигатели – асинхронные, трехфазные с легким пуском, кратностью пускового тока 5, номинальным коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$ номинальным коэффициентом полезного действия $\eta = 0,9$. Для электронагревателя $\cos \varphi = 0,9$.

Таблица 1- Параметры нагрузки производственного объекта

Мощность нагрузки, кВт			
E_k	M1	M2	M3
10,0	4	5,5	7,5

Значения допустимых токов для алюминиевой электропроводки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения допустимого тока для алюминиевой электропроводки, выполненной трехжильным проводом и тремя одножильными проводами, проложенными в трубе

Сечение жилы, мм ²	Допустимый ток для трехжильного провода, А	Допустимый ток для трех одножильных проводов, А
4	21	28
6	26	32
10	38	47
16	55	60
25	65	80

Для представленной схемы выбрать параметры предохранителей (F) типа ПР-2 на головных участках внутренней сети и по условиям согласования с параметрами защиты выбрать сечения проводов по участкам внутренней сети. Значения номинальных токов предохранителей выбираются из ряда:

6; 10; 15; 20; 25; 35; 45; 60 А.

Задание 4

Задача по проверке выполнения условий срабатывания автоматических выключателей в системе защиты внутренней электрической сети производственного объекта при удаленных коротких замыканиях

На рисунке 1 представлена схема электроснабжения сельского производственного объекта

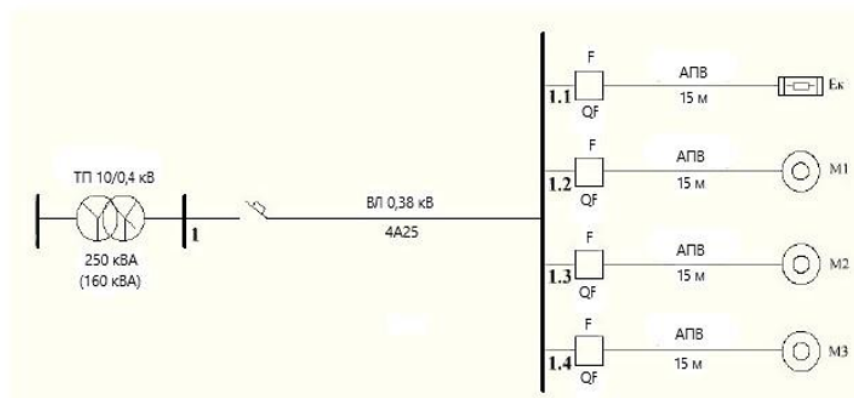


Рисунок 1 – Схема электроснабжения производственного объекта

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. На головных участках внутренней сети установлены автоматические выключатели (QF) ВА61F29 с характеристикой типа В. Параметры выключателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Номинальные токи тепловых расцепителей автоматических выключателей, А

Линия 1.1	Линия 1.2	Линия 1.3	Линия 1.4
20	25	32	40

Расчетные значения токов короткого замыкания в электрической сети, полученные с помощью комплекса СКЭД-380, представлены на рисунке 2.

Топологическая координата	Токи однофаз. К.З. А		Токи двухфаз. К.З. А		Токи трехфаз. К.З. А	
	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
1	1711,37	156,431	5665,5	413,962	6143,55	437,832
1.1	156,431	131,917	413,962	329,233	437,832	348,863
1.2	156,431	139,226	413,962	353,348	437,832	374,184
1.3	156,431	145,596	413,962	375,346	437,832	397,267
1.4	156,431	145,596	413,962	375,346	437,832	397,267

Рисунок 2 – Расчетные значения токов короткого замыкания в электрической сети

Значения расчетного времени срабатывания автоматических выключателей при коротких замыканиях представлены на рисунке 3.

Топологическая координата	Ближайший АЗ	Резервирование АЗ
1	767,24	3959
1.1	0,01	4232
1.2	0,01	1308
1.3	0,01	920,67
1.4	9,1606	920,67

Рисунок 3 – Расчетное время срабатывания автоматических выключателей при коротких замыканиях

Проверить выполнение условий срабатывания тепловых и электромагнитных расцепителей автоматических выключателей по кратности тока короткого замыкания и соответствию нормативному времени.

Задание 5

Задача по проверке выполнения условий срабатывания предохранителей в системе защиты внутренней электрической сети производственного объекта при удаленных коротких замыканиях

На рисунке 1 представлена схема электроснабжения сельского производственного объекта.

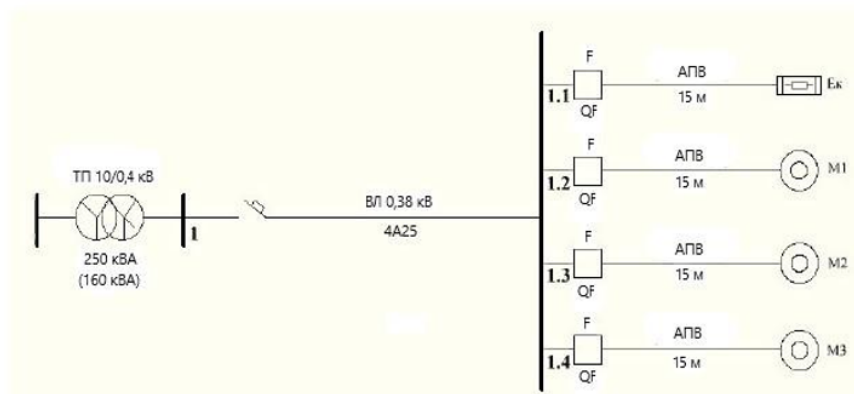


Рисунок 1 – Схема электроснабжения производственного объекта

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. На головных участках внутренней сети установлены предохранители (F) ПР-2. Параметры предохранителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Номинальные токи плавких вставок предохранителей, А

Линия 1.1	Линия 1.2	Линия 1.3	Линия 1.4
20	15	20	35

Расчетные значения токов короткого замыкания в электрической сети, полученные с помощью комплекса СКЭД-380, представлены на рисунке 2.

Топологическая координата	Токи однофаз. КЗ, А		Токи двухфаз. КЗ, А		Токи трехфаз. КЗ, А	
	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
1	1711,37	156,431	5665,5	413,962	6143,55	437,832
1.1	156,431	139,226	413,962	353,348	437,832	374,184
1.2	156,431	131,917	413,962	329,233	437,832	348,863
1.3	156,431	139,226	413,962	353,348	437,832	374,184
1.4	156,431	145,596	413,962	375,346	437,832	397,287

Рисунок 2 – Расчетные значения токов короткого замыкания

Значения расчетного времени срабатывания предохранителей при коротких замыканиях представлены на рисунке 3.

Топологическая координата	Ближайший АЗ	Резервированный АЗ
1	767,24	9999
1.1	2,7619	1308
1.2	1,3644	4232
1.3	2,7619	1308
1.4	8,2005	920,67

Рисунок 3 – Расчетное время срабатывания предохранителей

Проверить выполнение условий срабатывания предохранителей по кратности тока короткого замыкания и соответствию нормативному времени.

Задание 6

Задача по оценке эффективности использования устройств защитного отключения для снижения пожарной опасности коротких замыканий

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. Пожарная опасность k -го вида короткого замыкания (КЗ) в электрической сети на объекте низковольтного электроснабжения в течение времени T количественно характеризуется показателем пожарной опасности, определяемым по формуле:

$$P^K(\Pi) = P_T^{K(k)} K^{HЗ(k)}$$

где $P_T^{K(k)}$ – вероятность КЗ k -го вида в электрической сети в течение времени T (обычно за 1 год);

$K^{HЗ(k)}$ - коэффициент незащищенности электрической сети.

Интегральный показатель пожарной опасности, характеризующий вероятность возникновения хотя бы одного пожара на объекте из-за короткого замыкания в сети, независимо от вида КЗ, определяется по формуле:

$$P_{\Sigma}^K(\Pi) = 1 - [1 - P^{K1}(\Pi)][1 - P^{K2}(\Pi)][1 - P^{K3}(\Pi)][1 - P^{KK}(\Pi)]$$

где $P^{K1}(\Pi)$, $P^{K2}(\Pi)$, $P^{K3}(\Pi)$, $P^{KK}(\Pi)$ - соответственно показатели пожарной опасности однофазного, двухфазного, трехфазного КЗ и однофазного КЗ на открытые проводящие части (на корпус).

В результате проведенных расчетов с помощью комплекса СКЭД – 380 установлено, что показатели пожарной опасности однофазного, двухфазного, трехфазного КЗ и однофазного КЗ на корпус соответственно равны: 0,02; 0,015; 0,01; 0,09.

Требуется определить, во сколько раз снижается пожарная опасность коротких замыканий на объекте электроснабжения, если вся электрическая сеть защищена устройствами защитного отключения (УЗО) и если УЗО защищают только половину протяженности всей низковольтной электрической сети.

Задание 7

Задача по выбору оптимальной системы электрической защиты сети электроснабжения производственного объекта из десяти возможных вариантов

Разработать мероприятия по обеспечению технической безопасности, применяя соответствующие методы и способы. Система электрической защиты сети электроснабжения производственного объекта с использованием автоматических выключателей и предохранителей может быть сформирована по 10 различным вариантам, отличающимися структурой и параметрами защитных аппаратов.

В таблице 1 приведены результаты расчета показателей пожарной опасности коротких замыканий и вероятностей смертельных электропоражений (показателей электробезопасности) на объекте в течение года по каждому из вариантов системы защиты.

Таблица 1 - Результаты расчета показателей пожарной опасности и электробезопасности для 10 вариантов системы защиты

№ варианта	1	2	3	4	5
Показатель пожарной опасности $P(П)$	0,01 617	0,01 838	0,00 272	0,01 223	0,02 722
Вероятность электропоражения $P(ЭП)$	6,00 $3 \cdot 10^{-6}$	5,59 $0 \cdot 10^{-6}$	4,27 $9 \cdot 10^{-6}$	6,19 $7 \cdot 10^{-6}$	4,51 $3 \cdot 10^{-6}$
№ варианта	6	7	8	9	10
Показатель пожарной опасности $P(П)$	0,01 838	0,01 712	0,01 263	0,01 838	0,01 838
Вероятность электропоражения $P(ЭП)$	3,45 $8 \cdot 10^{-6}$	0,71 $1 \cdot 10^{-6}$	1,42 $1 \cdot 10^{-6}$	3,20 $6 \cdot 10^{-6}$	4,50 $9 \cdot 10^{-6}$

Выбор оптимального варианта системы электрической защиты, отвечающего условиям минимизации опасности пожаров и электропоражений (максимизации уровня электропожаробезопасности), по обоим показателям может быть произведен с помощью аддитивного критерия оптимальности системы электропожаробезопасности $F_{СЭПБ}(X)$, определяемого по формуле: $F_{СЭПБ}(X) = f_1(X) + f_2(X)$,

где $f_1(X)$ и $f_2(X)$ - соответственно нормированные показатели пожарной опасности и электробезопасности по каждому из вариантов.

В таблице 2 приведены результаты расчета показателей $f_1(X)$ и $f_2(X)$ по 10 вариантам системы защиты.

Таблица 2 – Результаты расчета нормированных показателей электропожаробезопасности по 10 вариантам

№ варианта	$f_1(X)$	$F_2(X)$
1	0,9646	0,8589
2	0,8894	1,0000
3	0,6504	0,0000
4	1,0000	0,6072
5	0,6930	0,0000
6	0,5007	1,0000
7	0,0000	0,9195
8	0,1294	0,6328
9	0,4548	1,0000
10	0,6923	1,0000

Используя численные данные, приведенные в таблицах 1 и 2 требуется определить:

- наилучший и наихудший варианты системы защиты по критерию пожарной опасности коротких замыканий;
- наилучший и наихудший варианты системы защиты по критерию электробезопасности;
- оптимальный и наихудший варианты системы защиты по аддитивному критерию оптимальности системы электропожаробезопасности.

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.