

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Алгоритмы релейной защиты**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Колобродов Е.Н.
	Идентификатор	R3746fd8c-KolobrodovYN-d93f0e3f

Е.Н.
Колобродов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Арцишевский Я.Л.
	Идентификатор	Re1a0c0ff-ArtsishevskyYL-f4af1ccf

Я.Л.
Арцишевский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен вести разработку автоматических систем в электроэнергетике
- ИД-1 Применяет математический аппарат для разработки автоматических систем
- ИД-4 Применяет современные программные методы для решения задач релейной защиты и автоматики

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест 1. Обзор программного обеспечения, применяемого для МП устройств РЗА (Тестирование)
2. Тест 2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмы фильтров Фурье и RM (Тестирование)
3. Тест 3. Обеспечение реализации алгоритмов РЗА (Тестирование)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторной работы №1. Реализация алгоритмов ступенчатых токовых направленных и ненаправленных защит (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2. Реализация алгоритма дистанционной защиты (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3. Реализация алгоритма дифференциальной защиты (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|------|--|
| КМ-1 | Тест 1. Обзор программного обеспечения, применяемого для МП устройств РЗА (Тестирование) |
| КМ-2 | Тест 2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмы фильтров Фурье и RM (Тестирование) |
| КМ-3 | Тест 3. Обеспечение реализации алгоритмов РЗА (Тестирование) |
| КМ-4 | Защита лабораторной работы №1. Реализация алгоритмов ступенчатых токовых направленных и ненаправленных защит (Лабораторная работа) |
| КМ-5 | Защита лабораторной работы №2. Реализация алгоритма дистанционной защиты (Лабораторная работа) |
| КМ-6 | Защита лабораторной работы №3. Реализация алгоритма дифференциальной защиты (Лабораторная работа) |

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	12	14	15	16
Общие принципы реализации функций РЗА в микропроцессорных терминалах							
Общие принципы реализации функций РЗА в микропроцессорных терминалах	+			+			
Алгоритмы предварительной обработки информации. Алгоритмы измерительных органов							
Алгоритмы предварительной обработки информации. Алгоритмы измерительных органов	+	+	+	+	+		+
Особенности реализации алгоритмов РЗА							
Особенности реализации алгоритмов РЗА	+	+	+	+	+		+
Система ввода аналоговых сигналов							
Система ввода аналоговых сигналов	+			+	+		
Построение систем микропроцессорных защит. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит. Вопросы эксплуатации микропроцессорных защит							
Построение систем микропроцессорных защит. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит. Вопросы эксплуатации микропроцессорных защит	+	+	+	+		+	+
Вес КМ:		14	20	13	20	13	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Применяет математический аппарат для разработки автоматических систем	Знать: методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	КМ-2 Тест 2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмы фильтров Фурье и RM (Тестирование) КМ-3 Тест 3. Обеспечение реализации алгоритмов РЗА (Тестирование) КМ-4 Защита лабораторной работы №1. Реализация алгоритмов ступенчатых токовых направленных и ненаправленных защит (Лабораторная работа)
ПК-1	ИД-4 _{ПК-1} Применяет современные программные методы для решения задач релейной защиты и автоматики	Знать: эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники методы и средства	КМ-1 Тест 1. Обзор программного обеспечения, применяемого для МП устройств РЗА (Тестирование) КМ-2 Тест 2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмы фильтров Фурье и RM (Тестирование) КМ-3 Тест 3. Обеспечение реализации алгоритмов РЗА (Тестирование) КМ-5 Защита лабораторной работы №2. Реализация алгоритма дистанционной защиты (Лабораторная работа) КМ-6 Защита лабораторной работы №3. Реализация алгоритма

		автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности Уметь: формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства использовать иностранный язык в профессиональной сфере	дифференциальной защиты (Лабораторная работа)
--	--	---	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест 1. Обзор программного обеспечения, применяемого для МП устройств РЗА

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 14

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, продолжительность составляет 20 минут, задание выполняется индивидуально.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний студента по основному программному обеспечению, применяемому для МП устройств РЗА

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности	1.Какое программное обеспечение используется для МП устройств РЗА

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Тест 2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмы фильтров Фурье и RM

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, продолжительность составляет 20 минут, задание выполняется индивидуально.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний студента по особенностям реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе, алгоритмам фильтров Фурье и РМ

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	1. Назовите особенности реализации ДЗ на МП элементной базе.
Знать: эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	1. На основании каких принципов производится модернизация устройств и алгоритмов ДЗЛ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Тест 3. Обеспечение реализации алгоритмов РЗА

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий, продолжительность составляет 20 минут, задание выполняется индивидуально.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знаний студента по обеспечению реализации алгоритмов РЗА

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	1. Назовите проблемы реализации РНМ. 2. Назовите особенности реализации логики и таймеров срабатывания.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	1. Построить четырехугольную характеристику реле сопротивления по заданным параметрам.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Защита лабораторной работы №1. Реализация алгоритмов ступенчатых токовых направленных и ненаправленных защит

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы № 1.

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 1

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	1. Как реализуется ступенчатая токовая ненаправленная защита в языке программирования Python? Приведите пример кода.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Защита лабораторной работы №2. Реализация алгоритма дистанционной защиты

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 13

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы № 2.

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 2

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать иностранный язык в профессиональной сфере	1.Как реализуется дистанционная защита в языке программирования Python? Приведите пример кода.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Защита лабораторной работы №3. Реализация алгоритма дифференциальной защиты

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы № 3.

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 3

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	1.Как реализуется дифференциальная защита в языке программирования Python? Приведите пример кода.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Билет № 1

1. Обзор программного обеспечения, применяемого для МП устройств РЗА. Структурная схема МП систем РЗА;
2. Основной функционал каждого из выделенных элементов;

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 45 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Применяет математический аппарат для разработки автоматических систем

Вопросы, задания

1. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе;
2. Особенности реализации алгоритмов РЗА на МП элементной базе;

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Приведите классификацию ненормальных режимов работы энергосистемы.

Ответы:

Отклонение тока, отклонение напряжения, отклонение частоты

Верный ответ: Отклонение тока, отклонение напряжения, отклонение частоты

2. Как обеспечивается “живучесть” ЭЭС?

Ответы:

Выявление повреждения, локализация повреждения, ликвидация повреждения

Верный ответ: Выявление повреждения, локализация повреждения, ликвидация повреждения

3. Дайте определение понятию “релейная защита”.

Ответы:

Релейная защита - это комплекс автоматических устройств, предназначенных для быстрого выявления и отключения от сети повреждённых элементов сети в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы исправной части этой сети.

Верный ответ: Релейная защита - это комплекс автоматических устройств, предназначенных для быстрого выявления и отключения от сети повреждённых элементов сети в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы исправной части этой сети.

4. Какие кнопки управления и навигации есть на МП РЗА?

Ответы:

Кнопки навигации; цифро-буквенные кнопки; кнопки управления коммутационным устройством

Верный ответ: Кнопки навигации; цифро-буквенные кнопки; кнопки управления коммутационным устройством

5.Какими бывают дисплеи МП РЗА?

Ответы:

строчный (3 строки);

ЖК дисплей (отображение состояния защищаемогооборудования).

Верный ответ: строчный (3 строки); ЖК дисплей (отображение состояния защищаемогооборудования).

6.Приведите перечень алгоритмов МП РЗА.

Ответы:

Алгоритмы предварительной обработки, алгоритмы измерительной части, алгоритмы логической части + сервисные функции

Верный ответ: Алгоритмы предварительной обработки, алгоритмы измерительной части, алгоритмы логической части + сервисные функции

2. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-1 Применяет современные программные методы для решения задач релейной защиты и автоматики

Вопросы, задания

1.Принципы ортогонализации входных аналоговых сигналов токов и напряжений для устройств РЗА. Алгоритмы фильтров Фурье и RMS;

2.Принципы реализации реле сопротивления и пусковых органов реле сопротивления с круговой и полигональной характеристикой на МП элементной базе;

Материалы для проверки остаточных знаний

1.С помощью чего достигается корректное взаимодействие устройств РЗА?

Ответы:

Путем общей логики и принципов работы; корректного выбора параметров работы РЗА

Верный ответ: Путем общей логики и принципов работы; корректного выбора параметров работы РЗА

2.Назовите основные свойства устройств РЗА?

Ответы:

Селективность, быстродействие, чувствительность, надежность

Верный ответ: Селективность, быстродействие, чувствительность, надежность

3.Какие аналоговые входные каналы МП РЗА принимают сигналы в размерности миллиамперы?

Ответы:

Данные от датчиков температуры окружающей среды; данные от датчиков мощности

Верный ответ: Данные от датчиков температуры окружающей среды; данные от датчиков мощности

4.Какие бывают пусковые органы алгоритмов РЗА?

Ответы:

Реле тока, реле напряжения, реле напряжения, реле сопротивления, реле направления мощности, реле частоты, ОМП.

Верный ответ: Реле тока, реле напряжения, реле напряжения, реле сопротивления, реле направления мощности, реле частоты, ОМП.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, который в ответах на вопросы билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы дисциплины.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.