

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Релейная защита электроэнергетических систем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Николаева О.О.
	Идентификатор	R145c98b1-NikolayevaOO-1194867

О.О.
Николаева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

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-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии

ИД-2 Демонстрирует знание основных видов релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)
2. Защиты лабораторных работ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
2. Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)

БРС дисциплины

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)
- КМ-3 Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Защиты лабораторных работ (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	6	11	12	13	14
Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»						
Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»				+		
Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС						
Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	+				+	+
Токовые защиты от коротких замыканий						
Токовые защиты от коротких замыканий					+	
Максимальная токовая защита от многофазных КЗ						
Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	+	+	+	+	+	+
Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени						
Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени	+				+	+
Токовые направленные защиты						
Токовые направленные защиты	+	+	+	+	+	
Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью						
Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	+	+	+			
Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва						
Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва				+		
Дистанционная защита						
Дистанционная защита	+	+	+			
Дифференциальные токовые защиты						
Дифференциальные токовые защиты				+		
Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование						
Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование				+		
Релейная защита и автоматика трансформаторов						
Релейная защита и автоматика трансформаторов	+	+				

Релейная защита синхронных генераторов					
Релейная защита синхронных генераторов	+	+			
Релейная защита блока генератор-трансформатор					
Релейная защита блока генератор-трансформатор			+		
Вес КМ:	5	10	15	40	30

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-3	ИД-2ПК-3 Демонстрирует знание основных видов релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	Знать: принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем Уметь: рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем	КМ-1 Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание) КМ-2 Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание) КМ-3 Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа) КМ-4 Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа) КМ-5 Защиты лабораторных работ (Лабораторная работа)

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: 80

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: 60

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. Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Провести письменную контрольную работу (опрос).

Краткое содержание задания:

Задание 1. Какие виды повреждений учитываются при выполнении РЗ от КЗ в сетях с заземленной нейтралью? В ответе написать названия и обозначения видов повреждений
Задание 2. Что понимается под коэффициентом возврата ИОТ и каковы его значения?
Задание 3. Какие требования предъявляются к чувствительности МТЗ линии электропередачи?
Задание 4. Какая ступень какой из трехступенчатых токовых защит, установленных на двух последовательно включенных линиях, будет обеспечивать ликвидацию КЗ на второй линии в случае отказа ее выключателя?
Задание 5. В чем различие условий выбора тока срабатывания МТЗ направленной и ненаправленной защит?
Задание 6. При близких или удаленных (относительно места установки защиты) точках КЗ на землю ОНМ НП может ограничивать чувствительность защиты НП? Пояснить, почему это имеет место.
Задание 7. Почему при включении от АВР секционного выключателя необходимо предварительно отключить выключатель секции шин, потерявшей питание?
Задание 8. Каким образом обеспечивается направленность действия ДЗ ВЛ в сети с двусторонним питанием?
Задание 9. Какая из дифференциальных защит может иметь «мертвую» зону при КЗ?
Задание 10. Какие виды повреждений учитываются при выполнении защиты шин в сетях с заземленной и изолированной нейтралью?
Задание 11. Почему при номинальных первичных токах трансформатора токи в цепях циркуляции ДЗТ могут иметь разные значения?
Задание 12. Каким образом определяется ток срабатывания и оценивается чувствительность дифференциальной защиты генераторов средней мощности ($30 \text{ МВт} \leq P_{\text{Г}} \leq 100 \text{ МВт}$)?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем	1. Знать основные принципы выполнения релейной защиты воздушных линий, трансформаторов и генераторов 2. Какие схемы подключения ИОТ к трансформаторам тока используются при реализации МТЗ линий электропередачи? 3. Что представляют собой «разнесенные» схемы МТЗ? Привести пример изображения для случая неполной звезды с двумя (тремя) ИОТ или другой схемы (полная звезда, неполный треугольник). 4. Какие устройства входят в состав релейной части ДФЗ? 5. С какой целью при выполнении электромеханических ДЗТ используются промежуточные НТТ? Принцип их работы

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

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: 60

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 типового расчета

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Провести защиту расчетно-графического задания.

Краткое содержание задания:

1. Общая характеристика токовых ступенчатых защит от междуфазных КЗ.
2. Назначение ступеней? Требование к защите?
3. Как рассчитываются параметры схемы замещения сети?
4. Как рассчитывается ток трех- и двухфазного КЗ? В каких точках сети его необходимо определить для выбора параметров срабатывания защиты?

5. Как рассчитывается остаточное напряжение? И как его значение влияет на реализацию защиты от междуфазных КЗ?
6. Как рассчитываются ток срабатывания и время срабатывания II ступени?
7. Как определяется остаточное напряжение? И какое влияние оно оказывает на выполнение релейной защиты?
8. Потребовалась ли в работе установка неселективной отсечки? Если да, то как рассчитываются ее параметры срабатывания?
9. Какая схема соединения вторичных обмоток ТТ и обмоток реле была выбрана для МТЗ и почему?
10. Как оценивается чувствительность МТЗ?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем	1. Знать как выполняются принципиальные схемы токовой ступенчатой защиты от междуфазных КЗ 2. Знать назначение степеней токовой ступенчатой защиты от междуфазных КЗ
Уметь: оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты	1. Уметь оценивать чувствительность степеней токовой ступенчатой защиты от многофазных КЗ

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

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: 60

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. Защиты лабораторных работ

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защиты лабораторных работ №1,2,3.

Краткое содержание задания:

1. Каким образом обеспечивается селективность действия максимальной токовой защиты МТЗ?

2. Почему токи срабатывания реле тока МТЗ в схемах соединения «полная звезда» и «полный треугольник» имеют разные значения?
3. Каким образом можно снизить нагрузку на трансформаторы тока?
4. Почему различаются векторные диаграммы токов, определяемые с разных сторон трансформаторов, имеющих разные группы соединения их обмоток (Y/Δ)?
5. Какими соотношениями связаны токи с разных сторон повышающих (понижающих) силовых трансформаторов?
6. Как определяется ток срабатывания I с.р. реле тока МТЗ, если известен ток срабатывания защиты I_{с.з}?

Почему для отстройки от режимов самозапуска двигателей не используется увеличение выдержки времени срабатывания МТЗ?

Какие требования предъявляются к коэффициентам чувствительности МТЗ?

Можно ли повысить значение коэффициента чувствительности МТЗ при КЗ в конце смежной линии добавлением в схему неполной звезды реле тока в обратный провод?

Каким образом при выполнении работы имитируется отказ выключателя Q4 смежного участка при КЗ в точках К4, К5, К6?

Что является критерием оценки токовой отсечки без выдержки времени?

Каковы условия выбора параметров срабатывания второй ступени защиты – токовой отсечки с выдержкой времени?

Какие требования предъявляются к чувствительности токовой отсечки с выдержкой времени?

Чем отличаются векторные диаграммы токов в месте установки защиты №1 в заданной сети при двухфазных КЗ в точках К6 и К11?

Рассмотреть последовательность работы устройств РЗ, установленных в заданной сети, при различных видах КЗ.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем	1. Уметь работать с электромеханическими реле защиты на лабораторном стенде

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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: 60

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

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Резервные защиты трансформаторов от внешних КЗ
2. Максимальная токовая защита. Назначение. Выбор параметров срабатывания. Оценка чувствительности. Схемы выполнения защиты

Процедура проведения

Зачет проводится по индивидуальным вариантам. На подготовку ответа отводится 40 минут, по истечении которых студент в устной форме отвечает преподавателю.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-3} Демонстрирует знание основных видов релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем

Вопросы, задания

1. Ближнее и дальнее резервирование. Преимущества и недостатки каждого способа. УРОВ
2. Особенности выполнения АПВ на линиях с двусторонним питанием
3. Назначение АПВ, требования, способы пуска. Возможности УДЗ при наличии АПВ
4. Основные защиты блоков генератор-трансформатор от внутренних повреждений
5. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы блоков генератор-трансформатор. Требования и особенности выполнения основных и резервных защит
6. Требования к защите генератора от перегрузки токами обратной последовательности. Выбор параметров срабатывания двух- (четырёх) ступенчатой защиты ОП
7. Требования к защитах генератора от внешних КЗ и перегрузки рабочими токами. Виды защит. Назначение и выбор параметров срабатывания МТЗ с ПОН
8. Защита от замыкания обмотки ротора генератора на землю в одной и двух точках. Назначение, требования к защите. Примеры выполнения
9. Защита от замыкания на землю обмотки статора генератора. Назначение. Способы выполнения защиты.
10. Продольная и поперечная дифференциальные защиты генератора. Назначение. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания.
11. Основные способы выполнения релейной защиты шин. Принцип действия дифференциальной защиты шин. Условия выбора тока срабатывания ДЗШ
12. Резервные защиты трансформаторов от внешних КЗ
13. Продольная дифференциальная токовая защита трансформатора. Принцип действия. Основные причины появления тока небаланса в продольной дифференциальной защите трансформатора. Условия выбора тока срабатывания.
14. Газовая защита трансформаторов. Назначение и принцип действия. Оценка защиты
15. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации понижающего трансформатора

16. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий. Принцип действия защиты. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности. «Мертвая» зона защиты. Каскадное действие защиты
17. Дифференциально-фазная ВЧ защита линий электропередачи. Принцип действия. Структура канала связи. Назначение пусковых органов
18. Продольная дифференциальная токовая защита линий электропередачи. Принцип действия. Ток небаланса. Основные причины, ограничивающие область применения защиты
19. Понятие селективности. Защиты с абсолютной и относительной селективностью
20. Дистанционные защиты. Принцип действия. Подводимые к ИОС величины. Характеристики срабатывания ИОС. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности ДЗ
21. Токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю. Назначение. Выбор параметров срабатывания чувствительной ступени в радиальной сети с односторонним питанием
22. Назначение ОНМ и его влияние на выбор тока срабатывания направленной защиты, 90° схема включения органа направления мощности. «Мертвая» зона ОНМ
23. Токовая направленная защита от междуфазных КЗ. Выбор параметров срабатывания чувствительной ступени защиты в радиальной сети с двусторонним питанием и в кольцевой сети с одним источником питания
24. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Назначение ПОН. Выбор параметров срабатывания защиты. Схема ПОН и цепей оперативного тока защиты
25. Максимальная токовая защита. Назначение. Выбор параметров срабатывания. Оценка чувствительности. Схемы выполнения защиты
26. Общая характеристика трехступенчатой токовой защиты. Назначение ступеней. Селективная и неселективная отсечки. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности защиты
27. Векторные диаграммы токов при $K(3)$ и $K(2)$ за трансформатором $Y/\Delta-11$. Соотношения для расчета токов на стороне питания
28. Векторные диаграммы токов и напряжений при $K(3)$, $K(2)$ и $K(1)$ на линиях электропередачи
29. Назначение АВР, требования к АВР, параметры срабатывания пускового органа напряжения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При выполнении какой из защит линии используются измерительные органы сопротивления?
Ответы:
 1. Продольной дифференциальной.
 2. Дистанционной
 3. Токовой направленнойВерный ответ: Ответ 2
2. В какой из защит трансформатора обеспечивается лучшая отстройка от броска намагничивающего тока?
Ответы:
 1. Защита с реле РНТ.
 2. Дифференциальная токовая отсечка.
 3. Защита с реле ДЗТ-21.Верный ответ: Ответ 3
3. Какой показатель используется для оценки чувствительности устройств РЗ?
Ответы:
 1. K_v

2. Кч

3. Ксх

Верный ответ: Ответ 2

4.Какая из защит, установленных на блоке генератор-трансформатор, обеспечивает отключение генератора при внутренних КЗ без выдержки времени?

Ответы:

1. Продольная дифференциальная токовая.
2. МТЗ с ПОН.
3. Токовая защита обратной последовательности.

Верный ответ: Ответ 1

5.Какая из перечисленных защит обладает абсолютной селективностью?

Ответы:

1. Токовая.
2. Дистанционная.
3. Продольная дифференциальная.

Верный ответ: Ответ 3

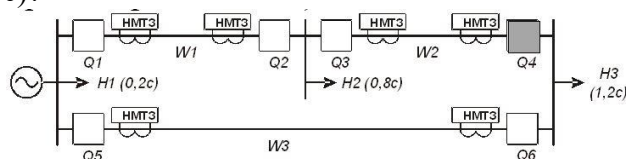
6.Какая из защит не может обеспечить дальнейшее резервирование?

Ответы:

1. Токовая направленная.
2. Дистанционная.
3. Продольная дифференциальная.

Верный ответ: Ответ 3

7.Какое время срабатывания следует принять для направленной МТЗ, действующей на выключатель Q4, если времена действия собственных защит потребителей Н1, Н2 и Н3 составляют 0,2 с, 0,8 с и 1,2 с соответственно (степень селективности принять равной 0,5 с)?



Ответы:

1. 1,7 секунды
2. 1,3 секунды
3. 0,7 секунды

Верный ответ: Ответ 2

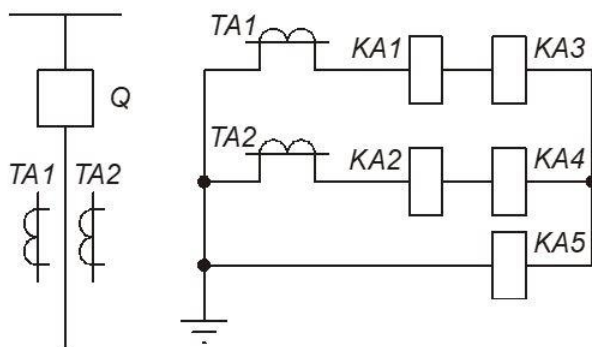
8.Установка ОНМ в токовой защите линий с двусторонним питанием необходима для

Ответы:

1. повышения чувствительности.
2. повышения быстродействия.
3. обеспечения селективности действия.

Верный ответ: Ответ 3

9.По какой схеме выполнена максимальная токовая защита?



Ответы:

1. по двухфазной трёхрелейной схеме
2. по трёхфазной двухрелейной схеме
3. по двухфазной двухрелейной схеме

Верный ответ: Ответ 1

10. В каком случае время срабатывания МТЗ с независимой характеристикой будет меньше?

Ответы:

1. При КЗ на «своем» участке.
2. При КЗ на смежном участке.
3. Время срабатывания будет одинаковым.

Верный ответ: Ответ 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля.