

**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: Моделирование в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование электрических аппаратов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Молоканов О.Н.
	Идентификатор	R28e375f0-MolokanovON-815ccd6

О.Н.
Молоканов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

И.С.
Козьмина

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н.
Тульский

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-2 Способность принимать участие в решении исследовательских задач в рамках реализации научного проекта

ИД-2 Использует информационные ресурсы, необходимые для проведения исследований

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Анализ работы трансформатора тока (Контрольная работа)
2. Моделирование контактора постоянного тока (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Макромодели подсистем электрических аппаратов (Тестирование)
2. Оценка уровня базовых знаний по электротехнике (Тестирование)
3. Физические процессы, в электрических аппаратах (Тестирование)
4. Электрические аппараты защиты и управления (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	3	8	12	14	16	16
Назначение, устройство и принцип действия электрических аппаратов низкого напряжения и создание математических моделей их электромеханических систем							
Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы			+				
Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии при низком напряжении			+				
Электромеханические аппараты управления			+	+	+	+	
Основные физические явления и процессы в электрических аппаратах низкого напряжения и подходы к их моделированию							

Электромагниты	+		+	+	+	+
Электрические контакты	+					+
Тепловые процессы в электрических аппаратах	+					+
Электрическая дуга и процесс коммутации	+					+
Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	+					+
Трансформаторы тока			+	+	+	
Вес КМ:	5	20	20	20	20	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-2	ИД-2ПК-2 Использует информационные ресурсы, необходимые для проведения исследований	Знать: теоретические основы физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов классификацию, функции, области применения и принципы действия электрических аппаратов основные принципы макро моделирования для разработки математических моделей типовых узлов электрических аппаратов Уметь: применять физико-математический аппарат для создания математических макромоделей электромеханических систем электромагнитных контакторов и выполнять	Оценка уровня базовых знаний по электротехнике (Тестирование) Электрические аппараты защиты и управления (Тестирование) Макромодели подсистем электрических аппаратов (Тестирование) Моделирование контактора постоянного тока (Контрольная работа) Анализ работы трансформатора тока (Контрольная работа) Физические процессы, в электрических аппаратах (Тестирование)

		анализ результатов моделирования. применять физико-математический аппарат для создания математических макромоделей электромагнитных систем трансформаторов тока и выполнять анализ результатов моделирования.	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Оценка уровня базовых знаний по электротехнике

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время занятия по расписанию выдаются бланки с десятью тестовыми вопросами, четыре варианта. На выполнение теста дается 15 минут.

Краткое содержание задания:

Тестирование на знание элементарных понятий и законов электротехники, позволяющее оценить общий уровень обучающихся и исходя из него скорректировать подачу курса. Десять вопросов, четыре варианта ответа.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: теоретические основы физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов	1. Единица измерения индуктивности: А. Вебер. В. Тесла. С. Ом. Д. Генри.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: 9–10 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: 7–8 правильных ответов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 5–6 правильных ответов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: менее 5 правильных ответов

КМ-2. Электрические аппараты защиты и управления

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

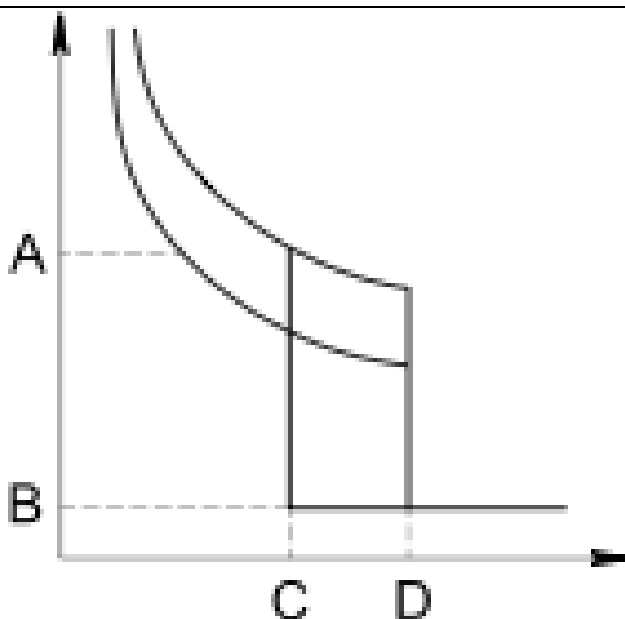
Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время занятия по расписанию выдаются бланки с десятью тестовыми вопросами, четыре варианта. На выполнение теста дается 15 минут.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знания классификации, функций, областей применения и принципа действия электрических аппаратов. Проводится по результатам освоения первого раздела курса.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: классификацию, функции, области применения и принципы действия электрических аппаратов



1.
Укажите позицию, соответствующую времени срабатывания электромагнитного расцепителя.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: 9–10 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: 7–8 правильных ответов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 5–6 правильных ответов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: менее 5 правильных ответов

КМ-3. Макромодели подсистем электрических аппаратов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование во время занятий по расписанию. На выполнение теста даётся 30 мин.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знания основных принципов макромоделирования для разработки математических моделей типовых узлов электрических аппаратов. В тестировании содержится 20 вопросов по базовым понятиям макромоделирования физических процессов в электрических аппаратах.

Контрольные вопросы/задания:

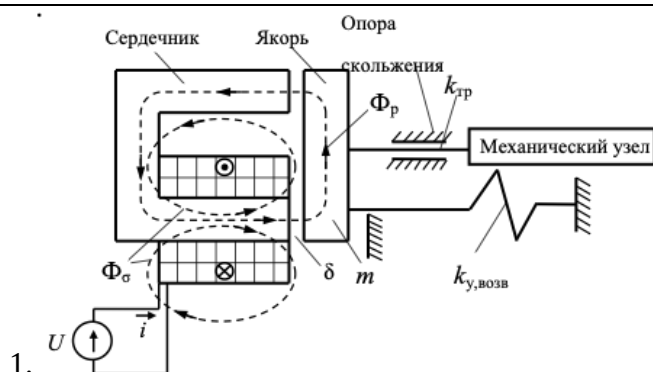
Знать: основные принципы макромоделирования для разработки математических моделей типовых узлов электрических аппаратов	1. Фазовые переменные в электрической подсистеме: 1. Напряжение и ток. 2. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор. 3. Время.
---	---

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5**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**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**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***КМ-4. Моделирование контактора постоянного тока****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Во время занятия по расписанию студентам раздаётся индивидуальное задание на построение электромеханической системы контактора постоянного тока в Matlab/Simulink. Результат выполнения задания формируется в виде отчёта и разработанных моделей.**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа ориентирована на тему «Электромеханические аппараты управления» и проверяет умение создавать комплексные математические модели контакторов в MATLAB/Simulink. Содержит задания на построение различных конструкций электромеханических систем контакторов, ориентированные на проверку усвоения материала семинарских занятий.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь:
применять
физико-
математический аппарат для
создания
математических
макромоделей
электро-механических систем
электромагнитных
контакторов и
выполнять анализ
результатов
моделирования



1.

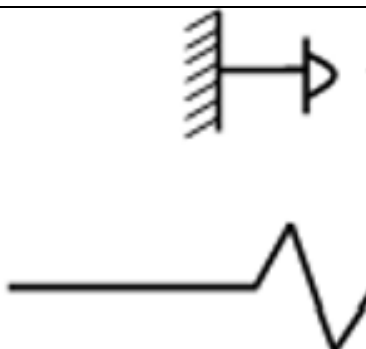
Задание

1. Составить модели электро-механической системы контактора постоянного тока в Matlab Simulink
2. Рассчитать и построить **тяговую характеристику** электромагнита;
3. рассчитать и построить **механическую** (противодействующую) характеристику механического узла;
4. Смоделировать динамику срабатывания и выключения: временные зависимости **тока в катушке, перемещения якоря, расстояния между подвижным и неподвижным контактом, электромагнитной силы.**

Параметр	Значение
Число витков в катушке электромагнита	N
Электромагнитная сила	$P_{эм}^{эм}$
Сопротивление провода катушки	$R_{пр} = 2900 \text{ Ом}$
Магнитное сопротивление магнитопровода	$R_{мп} = 97260 \text{ 1/Гн}$
Магнитное сопротивление якоря	$R_{мя} = 26310 \text{ 1/Гн}$
Магнитное сопротивление рассеяния	$R_{мσ} = 2,0e7 \text{ 1/Гн}$
Магнитное сопротивление зазора между якорем и магнитопроводом	$R_d^d = 2,0e6 \cdot \delta$ δ - зазор в мм
Коэффициент трения	$k_{тр}^{тр} = 0,1 \text{ кг/с}$
Жесткость возвратной пружины якоря	$k_{у.возвр}^{у.возвр} = 500 \text{ Н/м}$
Ход якоря	6 мм
Напряжение питания	импульс 220 В, период 0.5 с, скважность 50%, задержка 0.1 с
Масса якоря со штоком	$m_{я}^{я}$
Начальное положение якоря	в середине зазора

Номер варианта	N	$P_{эм}^{эм}, \text{ Н}$	$m_{я}^{я}, \text{ кг}$	Номер мех. узла
1	21000	2,65e9Ф	0,1	1

Номер варианта механического узла	Кинематическая схема механического узла	$k_{у.конт}^{у.конт}, \text{ Н/м}$	$P_{0.конт}^{0.конт}, \text{ Н}$	$\delta_{нач}^{нач}, \text{ мм}$	$m_{к}^{к}, \text{ кг}$
-----------------------------------	---	------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------

		1		2000	0	1,5	0,0 1
--	--	---	--	------	---	-----	----------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-5. Анализ работы трансформатора тока

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

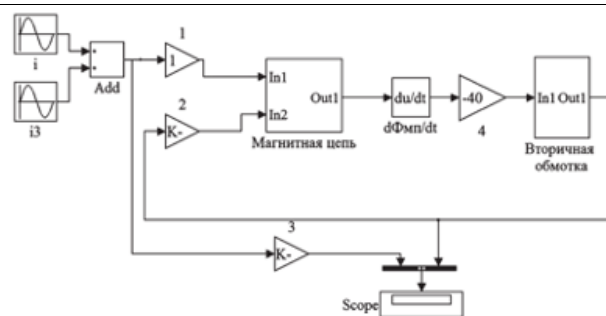
Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время занятия по расписанию студентам раздаётся индивидуальное задание на построение электромагнитной системы трансформатора тока в Matlab/Simulink. Результат выполнения задания формируется в виде отчёта и разработанных моделей.

Краткое содержание задания:

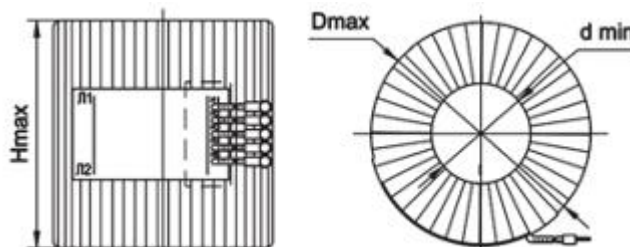
Контрольная работа ориентирована на тему «Трансформаторы ток» и проверяет умение создавать их математические модели в MATLAB/Simulink. Содержит индивидуальные задания на построение модели трансформатора тока, ориентированные на проверку усвоения материала семинарских занятий.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять физико-математический аппарат для создания математических макромоделей электромагнитных систем трансформаторов тока и выполнять анализ результатов моделирования.



1.



Задание

1. Составить модель трансформатора тока в Matlab Simulink.
2. Построить осциллограммы токов первичной и вторичной обмоток при заданных сигналах первичной обмотки.

Материал магнитопровода

Н, А/м	В, Тл
0.00	0.00
217.86	0.62
544.64	1.13
816.96	1.30
1252.66	1.47
1579.45	1.58
2124.08	1.69
2777.65	1.79
3866.92	1.86
5282.98	1.95
6317.79	1.98
8550.80	2.07

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-6. Физические процессы, в электрических аппаратах

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Во время занятия по расписанию выдаются бланки с десятью тестовыми вопросами, четыре варианта. На выполнение теста дается 15 минут.

Краткое содержание задания:

Тестирование ориентировано на проверку знания теоретических основ физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов. Проводится по результатам освоения второго раздела курса.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: теоретические основы физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов	1. Конвекция — это процесс распространения теплоты посредством: А. Соприкосновения отдельных частиц или тел. В. Перемещения объёмов жидкостей или газов. С. Распространения электромагнитных волн. D. Распространения радиоактивного излучения.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: 9–10 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: 7–8 правильных ответов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 5–6 правильных ответов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: менее 5 правильных ответов

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

ФИО		Группа	
НИУ МЭИ	БИЛЕТ № 4		<i>Утверждаю</i>
	Кафедра	ЭМЭЭА	
	Дисциплина	Моделирование электрических аппаратов	
	Институт	Электроэнергетики	30.06.2021 г.
1. Основные физические процессы в электрической дуге. Вольтамперная характеристика электрической дуги в цепи постоянного тока. Условия гашения дуги. 2. Назначение и основные виды расцепителей автоматических выключателей. Понятие тока уставки и кратности уставки расцепителя.			

Процедура проведения

Зачёт проводится в устной форме по билетам, содержащим два теоретических вопроса (по одному на каждый из разделов курса). На подготовку 45 мин.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Использует информационные ресурсы, необходимые для проведения исследований

Вопросы, задания

1. Классификация электрических аппаратов. Классификация электрических аппаратов низкого напряжения.
2. Основные требования к электрическим аппаратам.
3. Плавкие предохранители: назначение, устройство, принцип действия, времятоковая характеристика, обозначение на электрической схеме.
4. Автоматические выключатели: назначение, устройство, принцип действия, основные виды расцепителей, времятоковая характеристика, обозначение на электрической схеме.
5. Согласование номинальных токов автоматического выключателя и защищаемого объекта. Ограничение длины защищаемой линии, связанное с уставкой мгновенного срабатывания.
6. Контактные аппараты: назначение, принцип действия, основные характеристики. Категории применения.
7. Математическая макромодель. Эквивалентная схема. Понятие фазовых переменных. Пассивные элементы и источники фазовых переменных. Компонентные уравнения. Топологические уравнения. Требования к уравнениям физического процесса.
8. Электрическая подсистема. Фазовые переменные и источники электрической подсистемы. Компонентные уравнения в электрической подсистеме. Топологические уравнения в электрической подсистеме.
9. Механическая подсистема поступательного движения. Фазовые переменные и источники в модели механической подсистемы поступательного движения.

Компонентные и топологические уравнения в модели механической подсистемы поступательного движения.

10. Магнитная подсистема. Фазовые переменные и источники магнитной подсистемы. Понятие трубки магнитного потока. Расчет магнитного сопротивления. Моделирование источников магнитного поля. Компонентные уравнения в магнитной подсистеме. Топологические уравнения в магнитной подсистеме.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие основные типы характеристик мгновенного расцепления выделяют у модульных автоматических выключателей?

Ответы:

X, Y, Z

R, E, Q

QF, FD, KK

B, C, D

Верный ответ: B, C, D

2. Какой из расцепителей автоматического выключателя имеет обратную зависимость выдержки времени?

Ответы:

Тепловой.

Электромагнитный.

Электронный.

Независимый.

Верный ответ: Тепловой.

3. Контактор предназначен для

Ответы:

коммутации электрических цепей,

защиты от сверхтоков,

защиты от поражения электрическим током,

регулирования частоты вращения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

Верный ответ: Коммутации электрических цепей.

4. Главные контакты контактора замыкаются под действием

Ответы:

механизма свободного расцепления,

электромагнитного привода,

независимого расцепителя,

силы тяжести.

Верный ответ: электромагнитного привода

5. Шихтованный магнитопровод в электромагнитах применяется для

Ответы:

обеспечения прочности конструкции,

улучшения условий теплоотвода за счет образующейся ребристой поверхности,

уменьшения потерь на индуцированные (вихревые) токи,

увеличения магнитной проводимости.

Верный ответ: уменьшения потерь на вихревые токи.

6. Контактное нажатие в электрических контактах необходимо для

Ответы:

уменьшения переходного контактного сопротивления,
увеличения нагрева контактов,
увеличения переходного контактного сопротивления,
включения аппарата.

Верный ответ: уменьшения переходного контактного сопротивления.

7. Допускается ли размыкать вторичную обмотку трансформатора тока?

Ответы:

Да

Нет

Верный ответ: Нет

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Получен исчерпывающий ответ на два теоретических вопроса.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Получен исчерпывающий ответ на один из вопросов билета и неполный ответ на другой.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Получен исчерпывающий ответ только на один из вопросов, по второму вопросу ответа нет или ответ не содержит ключевой информации.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на не один из вопросов не содержит ключевой информации.

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 зачетной составляющих.