

**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
Дальние линии электропередачи**

**Москва
2021**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анисимова И.С.
	Идентификатор	R97b88f41-ZubkovaIS-a8899d36

(подпись)

И.С.

Анисимова

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

И.С.

Козьмина

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

В.Н.

Тульский

(расшифровка
подписи)

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 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике

ИД-4 Работает с универсальными моделями электроэнергетики и электротехники

ИД-5 Знает принципы расчета потерь мощностей и энергии в линиях сверхвысокого напряжения и протоколы передачи данных электроэнергетических объектов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Основные сведения о ДЭП и их характеристики (Тестирование)
2. Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН (Тестирование)
3. Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет потерь мощности и энергии ДЭП (Контрольная работа)
2. Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	6	10	12	14	15
Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)						
Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)	+					
Характеристики ДЭП переменного тока						
Характеристики ДЭП переменного тока	+		+			
Способы представления ДЭП в расчётных схемах						
Способы представления ДЭП в расчётных схемах			+	+		+
Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.						

Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.		+	+	+	
Режим одностороннего включения линии СВН					
Режим одностороннего включения линии СВН		+	+		
Пропускная способность электропередач СВН					
Пропускная способность электропередач СВН					+
Гибкие линии переменного тока					
Гибкие линии переменного тока					+
Современное состояние и перспективы развития ДЭП					
Современное состояние и перспективы развития ДЭП					+
Вес КМ:	15	15	30	25	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-3	ИД-4 _{ПК-3} Работает с универсальными моделями электроэнергетики и электротехники	Знать: основные сведения о ДЭП и их перспективы развития схемы замещения, характеристики и методы расчета режимов работы ДЭП Уметь: определять параметры схемы замещения и рассчитывать режимы ДЭП	Основные сведения о ДЭП и их характеристики (Тестирование) Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН (Тестирование) Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-5 _{ПК-3} Знает принципы расчета потерь мощностей и энергии в линиях сверхвысокого напряжения и протоколы передачи данных электроэнергетических объектов	Знать: методики расчета потерь активной мощности и энергии в ДЭП Уметь: рассчитывать потери активной мощности и энергии в ДЭП	Расчет потерь мощности и энергии ДЭП (Контрольная работа) Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные сведения о ДЭП и их характеристики

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест создан в системе "Прометей". Студентам сообщается время, когда будет доступен тест для его прохождения.

Краткое содержание задания:

1. Укажите возможные междуфазные расстояния для традиционных конструкций ВЛ напряжением 330 кВ

а	10,5 – 13,5 м
б	5,5 – 8,0 м
в	8,2 – 9,2 м

Ответ: в

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные сведения о ДЭП и их перспективы развития	1.С какого класса напряжения сети применяется расщепление фазы на проводах воздушных линий электропередачи?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 90% правильных ответов на тестовые вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 70% правильных ответов на тестовые вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 60% правильных ответов на тестовые вопросы

КМ-2. Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест создан в системе "Прометей". Студентам сообщается время, когда будет доступен тест для его прохождения.

Краткое содержание задания:

1. Оптимальный шаг расщепления – это

а	такой шаг, при котором пропускная способность линии будет максимальной
б	такой шаг, при котором значение максимальной напряженности поля на поверхности проводов средней фазы будет минимальным
в	такой шаг, при котором не возникает общего коронирования проводов

Правильный ответ: б)

2. Максимальная напряженность поля на поверхности проводов средней фазы определяется по как:

а	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента, учитывающего усиление напряженности поля вследствие влияния зарядов соседних проводов расщепленной фазы.
б	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента гладкости провода
в	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента усиления, учитывающего изменение погодных условий

Правильный ответ: а)

Контрольные вопросы/задания:

Знать: схемы замещения, характеристики и методы расчета режимов работы ДЭП	<p>1. Какими факторами определяется предельно допустимое значение напряженности электрического поля на поверхности провода?</p> <p>2. Какие показатели относятся к техническим потерям активной мощности и энергии в электропередачах СВН?</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

КМ-3. Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: На занятии раздаются варианты заданий студентам. Студент должен представить письменное решение задачи.

Краткое содержание задания:

Воздушная линия напряжением 750 кВ с проводами с проводами 5х(АС 300/66) протяженностью 600 км работает в режиме со следующими параметрами: $P_1 = 750$ МВт,

$U_1 = U_2 = 740$ кВ. Найти максимальную напряженность поля на поверхности проводов сред-ней фазы в средней точке линии и проверить конструкцию фазы по короне и радиопомехам. Волновое сопротивление линии равняется 267 Ом; радиус провода 1,275 см; расстояние на опоре между соседними фазами 19,5 м; шаг расщепления 0,5 м; относительная плотность воздуха = 1,05; $m = 0,84$.

По линии 500 кВ и длиной 490 км передается мощность 1,2Рнат. Найти Q1 и Q2, угол φ , соответствующие этому режиму. Найти также угол дельта при передаче натуральной мощности. Построить векторную диаграмму токов и напряжений по концам идеализированной линии для обоих режимов.
Принять $U_1 = U_2 = 520$ кВ; $x_0 = 0,305$ Ом/км; $b_0 = 3,65 \cdot 10^{-6}$ См/км.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять параметры схемы замещения и рассчитывать режимы ДЭП	1.Нарисуйте П-образную схему замещения линии СВН и напишите формулы для определения ее параметров для идеализированной линии.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

КМ-4. Расчет потерь мощности и энергии ДЭП

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: На занятии раздаются варианты заданий студентам. Студент должен представить письменное решение задачи.

Краткое содержание задания:

Найти параметры круговых диаграмм линии 330 кВ длиной 320 км для случаев, когда $K = 1$ и $K = 1,075$. Удельные погонные параметры линии равны:

$x_0 = 0,331$ Ом/км; $b_0 = 3,79 \cdot 10^{-6}$ См/км.

Определить пропускную способность линии ($P_{нб}$), найти потери электроэнергии при известном значении числа часов использования наибольшей нагрузки линии. Принять напряжение в конце линии неизменным и равным $U_{ном}$.

Для ВЛ напряжением 500 кВ длиной 605 км с конструкцией фазы $3 \times (AC 400/51)$ оценить потери активной мощности и потери электроэнергии при средней годовой температуре проводов и наибольшей передаваемой мощности

1000 МВт. Работа электропередачи характеризуется трехступенчатым годовым графиком по продолжительности режимов работы: 100% - 2000 ч/год, 60% - 3000 ч/год, 30% - 3760 ч/год. Погонные параметры линии имеют следующие значения:
 $r_{0+20} = 0,025 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,306 \text{ Ом/км}$; $b_0 = 3,62 \times 10^{-6} \text{ См/км}$.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать потери активной мощности и энергии в ДЭП	1. Как определить потери активной мощности в линии зная значение среднеквадратичного тока?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

КМ-5. Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест создан в системе "Прометей". Студентам сообщается время, когда будет доступен тест для его прохождения.

Краткое содержание задания:

1. При увеличении среднегеометрического расстояния между фазами ВЛ пропускная способность линии

а	уменьшается
б	увеличивается
в	Не изменяется

Верный ответ а)

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методики расчета потерь активной мощности и энергии в ДЭП	1. 1. Перечислите технические ограничения пропускной способности электропередачи СВН
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 90% правильных ответов на тестовые вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 70% правильных ответов на тестовые вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Дано не менее 60% правильных ответов на тестовые вопросы

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № Кафедра ТОЭ	<i>Утверждаю: Первый зам. зав. кафедрой</i>
	Дисциплина «Дальние линии электропередачи»	
	Институт электроэнергетики	
<p>1. Режим одностороннего включения линии с реактором в ее конце. Выбор мощности реактора, определение экстремального значения напряжения. Величина реактивной мощности в начале линии, построение эпюр U, I, Q.</p> <p>2. Понятие среднеквадратичного тока протяженной ВЛ СВН: его расчетное выражение с учетом перепада напряжения. Определение нагрузочных потерь мощности и электроэнергии по среднеквадратичному току.</p> <p>3. Практическое задание №.</p>		

Процедура проведения

Устный экзамен. На подготовку ответа студенту отводится 60 минут. По завершении подготовки личная беседа с экзаменатором.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-3} Работает с универсальными моделями электроэнергетики и электротехники

Вопросы, задания

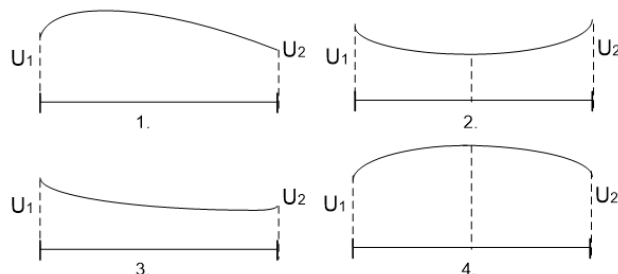
1. Применение метода эквивалентного четырехполюсника при расчете режимов компенсированных линий и линий с промежуточными отборами мощности.
2. Одностороннее включение линии СВН, зависимость параметров режима от длины линии. Условия проведения синхронизации на шинах промежуточной подстанции электропередачи. Возможные мероприятия по нормализации режима.
3. Сопоставить предельные передаваемые мощности электропередачи 500 кВ длиной 611 км с проводами $3 \times (AC\ 500/64)$ для двух случаев:
 - 1) автотрансформатор в конце линии имеет устройство для автоматического регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.
 - 2) автотрансформатор не имеет устройства РПН.Исходным является режим со следующими параметрами: $P = 918$ МВт; $U_1 = 525$ кВ = const; $U_{сист} = 224$ кВ.
Погонные параметры линии: $x_0 = 0,304$ Ом/км; $b_0 = 3,64 \times 10^{-6}$ См/км; $x_{ATВн} = 29$ Ом.
4. Для линии СВН, конструктивные данные и параметры режима которой приведены ниже, найти точку экстремума напряжения, величину напряжения в этой точке, напряженность поля на поверхности провода, а также проверить допустимость режима по условиям коронирования и радиопомех.

$P = 462 \text{ МВт}; l = 688 \text{ км}; U_1 = 525 \text{ кВ}; U_2 = 500 \text{ кВ}; 3 \times (\text{АС } 330/43);$
 $г\text{пров} = 1,26 \text{ см}; D_{ст} = 14,2 \text{ м}; a = 35 \text{ см}; d = 1,05; m = 0,82$

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите эпюру напряжения, соответствующую случаю передачи активной мощности больше натуральной при перепаде напряжения, равном 1.

Ответы:



Верный ответ: 2

2. Максимальная напряженность поля на поверхности проводов средней фазы определяется как:

Ответы:

а	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента, учитывающего усиление напряженности поля вследствие влияния зарядов соседних проводов расщепленной фазы.
б	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента гладкости провода
в	Произведение напряженности средней фазы и коэффициента усиления, учитывающего изменение погодных условий

Верный ответ: а

3. При увеличении среднегеометрического расстояния между фазами, емкостная проводимость ВЛ

Ответы:

а	уменьшается
б	увеличивается
в	Не изменяется

Верный ответ: а

4. PQ-диаграмма позволяет определить:

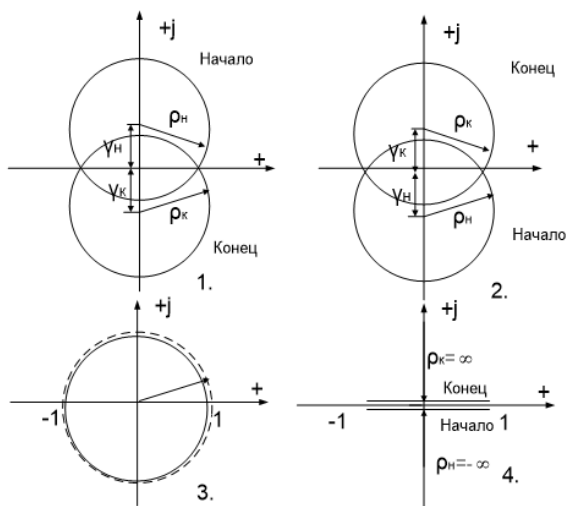
Ответы:

- а) Возможность потребления реактивной мощности синхронным генератором
- б) Возможность генерации реактивной мощности синхронным генератором
- с) Возможность генерации и потребления реактивной мощности синхронным генератором

Верный ответ: с

5. Укажите круговую диаграмму для линии длиной $L=1500 \text{ км}$.

Ответы:

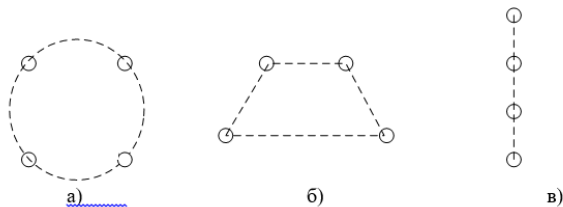


Верный ответ: 3

б.

1. Укажите, какая из представленных конструкций фаз традиционно применяется на напряжении 750 кВ ?

Ответы:



Верный ответ: а

2. Компетенция/Индикатор: ИД-5ПК-3 Знает принципы расчета потерь мощностей и энергии в линиях сверхвысокого напряжения и протоколы передачи данных электроэнергетических объектов

Вопросы, задания

1. Понятие среднеквадратичного тока протяженной ВЛ СВН: его расчетное выражение с учетом перепада напряжения. Определение нагрузочных потерь мощности и электроэнергии по среднеквадратичному току.
2. Вставки постоянного тока, их структурные схемы, основные характеристики, назначение и области применения.
3. Электропередачи и вставки постоянного тока. Их структурные схемы и основные характеристики, области возможного применения.
4. Для ВЛ напряжением 500 кВ длиной 605 км с конструкцией фазы $3 \times (AC\ 400/51)$ оценить потери активной мощности и потери электроэнергии при средней годовой температуре проводов и наибольшей передаваемой мощности 1000 МВт. Работа электропередачи характеризуется трехступенчатым годовым графиком по продолжительности режимов работы: 100% - 2000 ч/год, 60% - 3000 ч/год, 30% - 3760 ч/год. Погонные параметры линии имеют следующие значения: $r_0 + 20 = 0,025\ \text{Ом/км}$; $x_0 = 0,306\ \text{Ом/км}$; $b_0 = 3,62 \times 10^{-6}\ \text{См/км}$.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое эквивалентный радиус провода для традиционной конструкции фазы ВЛ СВН ?

Ответы:

а	Это радиус окружности, описанной вокруг многоугольника, в вершинах которого расположены центры проводов
б	Это радиус окружности эквивалентного провода с сечением, равным общему суммарному сечению всех проводов в фазе
в	Это радиус окружности, описанной по внешней поверхности проводов, расположенных в вершинах правильного многоугольника.

Верный ответ: б

2. Допустимая напряженность по условию радиопомех для линий 500 кВ определяется по формуле:

Ответы:

а	$E''_{\text{доп}} = 31,1 - 17,4 \cdot \lg r_{\text{пр}} \left[\frac{\text{кВ}}{\text{см}} \right]$, где $r_{\text{пр}}$ - радиус провода
б	$E''_{\text{доп}} = 31,1 - 17,4 \cdot \lg r_{\text{экв}} \left[\frac{\text{кВ}}{\text{см}} \right]$, где $r_{\text{экв}}$ - эквивалентный радиус провода
в	$E''_{\text{доп}} = 32,2 - 17,4 \cdot \lg r_{\text{пр}} \left[\frac{\text{кВ}}{\text{см}} \right]$, где $r_{\text{пр}}$ - радиус провода

Верный ответ: а

3. Оптимальный шаг расщепления – это

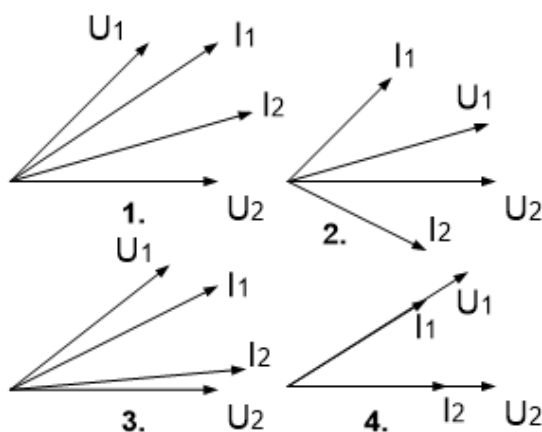
Ответы:

а	такой шаг, при котором пропускная способность линии будет максимальной
б	такой шаг, при котором значение максимальной напряженности поля на поверхности проводов средней фазы будет минимальным
в	такой шаг, при котором не возникает общего коронирования проводов

Верный ответ: б

4. Какая из векторных диаграмм напряжений и токов начала и конца линии соответствует режиму передачи активной мощности меньше натуральной?

Ответы:



Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

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

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется исходя из оценки за устный экзамен. Критерии выставления оценки на устном экзамене: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.