

**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: Управление режимами работы электроэнергетических систем**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Конструкция воздушных линий электропередачи**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Платонова И.А.
	Идентификатор	R63f8f8ea-PlatonovaIA-46218dd2

И.А.  
Платонова

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р.  
Насыров

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

## 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 участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства

ИД-1 Работает с проектной документацией по объектам электросетевого хозяйства

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)
2. Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта (Контрольная работа)
3. Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий (Контрольная работа)
4. Монтажный режим (Контрольная работа)
5. Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы (Контрольная работа)
6. Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке (Контрольная работа)
7. Расчет грозозащитного троса (Контрольная работа)
8. Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)
9. Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи (Тестирование)

## БРС дисциплины

### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи (Тестирование)
- КМ-2 Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет

- эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных (Контрольная работа)
- КМ-3 Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий (Контрольная работа)
- КМ-4 Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта (Контрольная работа)
- КМ-5 Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке (Контрольная работа)
- КМ-6 Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	5	8	10	12	14	16
Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы							
Определение воздушных линий электропередачи и общие сведения о их конструкциях. Основные типы опор	+						
Провода традиционных конструкций	+						
Современные инновационные провода	+						
Линейные изоляторы и арматура	+						
Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи							
Гололёдно-изморозевые образования. Статические ветровые воздействия. Температурные воздействия	+						
Динамические ветровые воздействия	+						
Основные положения механического расчета проводов							
Допустимые механические напряжения в проводах				+	+		
Наименьшие расстояния от проводов до поверхности земли				+	+		
Нормативные сочетания климатических условий				+	+		
Удельные механические нагрузки							
Удельные механические нагрузки на провода			+				
Удельные механические нагрузки на грозозащитные тросы			+				
Физико-механические характеристики проводов							

Характеристики монометаллических проводов. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки (провода)		+	+			
Эквивалентные характеристики сталеалюминиевых проводов		+	+			
Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода						
Математическая модель кривой провисания провода		+	+			
Уравнение физико-механического состояния провода		+	+			
Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий						
Определяющее по прочности провода нормативное сочетание климатических условий и методы его выбора					+	
Построение зависимостей среднеэксплуатационного напряжения от длины пролёта					+	
Метод критических пролётов					+	
Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт						
Критическая температура воздуха					+	+
Габаритный пролёт и алгоритм его расчета					+	+
Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи						
Продольный профиль трассы					+	+
Построение расстановочного шаблона					+	+
Расстановка промежуточных опор с помощью шаблона. Понятия весового и ветрового пролётов					+	+
Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка						
Условие равновесия поддерживающих гирлянд изоляторов						+
Система уравнений состояния провода для анкерowanego участка						+
Приближенный метод расчета напряжений в анкерowanym участке. Приведенный пролёт						+
Разновысокая подвеска проводов на соседних опорах		+	+			
Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд						
Основные положения механического расчёта линейных изоляторов и арматуры						+
Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд						+

Редуцированное тяжение провода в аварийном режиме						+
Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор						
Деревянные и железобетонные опоры	+					
Стальные решётчатые опоры. Многогранные опоры	+					
Закрепление опор в грунте. Фундаменты опор	+					
Вес КМ:	10	20	20	20	15	15

## 2 семестр

### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-7 Монтажный режим (Контрольная работа)  
КМ-8 Расчет грозозащитного троса (Контрольная работа)  
КМ-9 Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)  
КМ-10 Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации** – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
	Срок КМ:	4	8	12	15
Монтажный режим					
Вытяжка провода в процессе монтажа и при последующей эксплуатации. Учёт вытяжки провода при расчёте монтажных напряжений и стрел провеса	+				
Технология производства монтажных работ	+				
Монтажные таблицы и графики	+				
Механический расчет грозозащитного троса					
Способы крепления грозозащитных тросов на опорах и углы защиты проводов			+		
Определение натяжения грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и проверка его механической прочности			+		
Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями					
Разновидности пересечений воздушных линий электропередачи и предъявляемые к ним требования					+
Большие переходы					+

Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП				
Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП			+	
Вес КМ:	25	25	25	25

### БРС курсовой работы/проекта

### 2 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Выполнение 1 части курсового проекта
- КМ-2 Выполнение 2 части курсового проекта
- КМ-3 Выполнение 3 части курсового проекта
- КМ-4 Выполнение 4 части курсового проекта

#### Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	5	9	12	15
Выполнение 1 части курсового проекта		+			
Выполнение 2 части курсового проекта			+		
Выполнение 3 части курсового проекта				+	
Выполнение 4 части курсового проекта					+
Вес КМ:		20	30	25	25

## 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 <sub>ПК-1</sub> Работает с проектной документацией по объектам электросетевого хозяйства	Знать: Математические модели статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием внешних нагрузок и используемые в них физико-механические характеристики проводов (тросов) Основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механическом расчете проводов и грозозащитных тросов Статические и динамические внешние воздействия на воздушные линии электропередачи Основные и дополнительные элементы воздушных линий (провода, грозозащитные тросы, опоры,	КМ-1 Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи (Тестирование) КМ-2 Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных (Контрольная работа) КМ-3 Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий (Контрольная работа) КМ-4 Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта (Контрольная работа) КМ-5 Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке (Контрольная работа) КМ-6 Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи (Контрольная работа) КМ-7 Монтажный режим (Контрольная работа) КМ-8 Расчет грозозащитного троса (Контрольная работа) КМ-9 Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи (Контрольная работа) КМ-10 Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы (Контрольная

		<p>фундаменты, линейные изоляторы и арматуру), их конструкции, материалы изготовления и особенности монтажа</p> <p>Уметь:</p> <p>Выполнять расчеты в программно-вычислительном комплексе САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП</p> <p>Проектировать пересечение воздушной линии с инженерными сооружениями и естественными препятствиями</p> <p>Рассчитывать натяжение грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и выполнять проверку его механической прочности</p> <p>Определять монтажные напряжения в проводах, монтажные стрелы провеса и строить монтажные графики</p> <p>Определять наибольшие расчетные усилия в линейных изоляторах</p> <p>Выполнять расчет</p>	<p>работа)</p>
--	--	---	----------------

		<p>напряжений и стрел провеса провода в пределах анкерowanego участка</p> <p>Вычислять габаритный пролет и строить шаблон для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии</p> <p>Выбирать определяющее по прочности нормативное сочетание климатических условий и нормативное сочетание климатических условий, соответствующее наибольшему провисанию проводов</p> <p>Рассчитывать удельные механические нагрузки на провода и грозозащитные тросы, решать нелинейное уравнение состояния провода</p>	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### 1 семестр

#### КМ-1. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается тестовое задание. Студенты приступают к прохождению тестирования в учебной аудитории или (в исключительных случаях) с применением ЭОиДОТ. Время выполнения контрольного теста – 45 минут. Студенты самостоятельно выполняют задания и сдают выполненные работы на проверку преподавателю. Преподаватель на основе установленной шкалы оценивания и соблюдения регламента выставляет оценки за тестирование. Оценка выполнения данного теста ведется по 100-балльной (процентной) системе.

#### Краткое содержание задания:

Следует вписать правильный ответ в подчеркнутое место, либо выбрать один или несколько подходящих ответов из предложенных вариантов.

1. Установите соответствие между разновидностями воздушных линий и типами применяемых проводов:

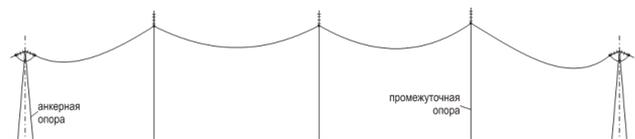
Воздушная линия
1) с неизолированными проводами
2) с изолированными проводами
3) с защищенными проводами

Тип проводов
а) СИП-1, СИП-2, СИП-4
б) СИП-3
в) СИП-1А, СИП-2А
г) А, АН, АЖ
д) ПЗВ
е) АС

- 1) – ;  
2) – ;  
3) – .

2. \_\_\_\_\_ – это участок линии между соседними опорами.

3. Укажите на приведенном ниже рисунке места крепления провода в натяжных зажимах:

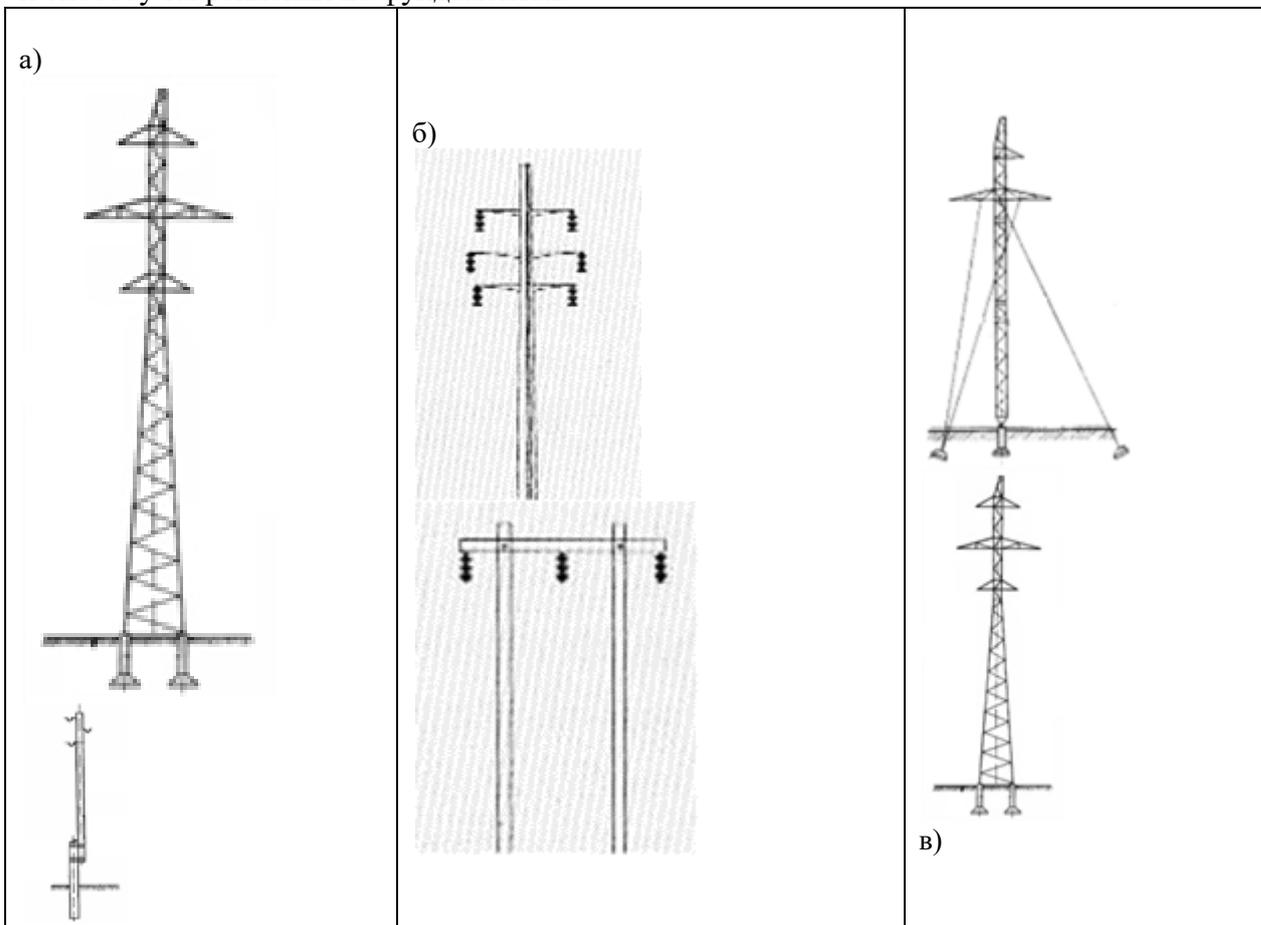


4. В нормальном режиме работы (т.е. провода и тросы ВЛ не оборваны) при отсутствии ветра и гололеда прямые промежуточные опоры воспринимают нагрузки:

- а) от собственной массы опоры;
- б) от продольной составляющей тяжения (направленной вдоль линии);
- в) от массы проводов и тросов;
- г) от поперечной составляющей тяжения;
- д) от массы изоляторов и арматуры.

5. \_\_\_\_\_ опоры предназначены для выполнения ответвлений от основной линии.

6. Выберите рисунок, на котором отражена классификация опор по количеству цепей и способу закрепления на фундаментах:



7. Упорядочьте нижеперечисленные металлы в порядке убывания стойкости к коррозии:

- \_\_\_ бронза;
- \_\_\_ сталь;
- \_\_\_ алюминий;
- \_\_\_ медь.

8. Минимальный диаметр однопроволочных проводов и выбор материала для их изготовления ограничивается условием: \_\_\_\_\_.

9. Многопроволочные провода, свитые из проволок двух металлов, называются \_\_\_\_\_.

10. При равном диаметре всех проволок двухпроводный провод состоит из \_\_\_\_\_ проволок.

11. Расшифруйте обозначения проводов:

АН 16 – \_\_\_\_\_;

АСК 120/19 – \_\_\_\_\_;

12. Установите соответствие между марками проводов и их конструкцией (можно указать стрелками):

Марка провода
1) АС 150/34
2) АС 400/51
3) АС 300/48

Конструкция провода
а) облегченная
б) нормальная
в) усиленная
г) специальная усиленная

13. Область применения сталеалюминиевых проводов различной конструкции зависит от:

- а) ветрового района;
- б) поперечного сечения алюминиевой части провода;
- в) поперечного сечения стального сердечника;
- г) среднегодовой температуры;
- д) гололёдного района.

14. Для ВЛ, сооружаемых на одноцепных опорах, минимально допустимое сечение сталеалюминиевых проводов по условию механической прочности определяется в зависимости от \_\_\_\_\_.

15. \_\_\_\_\_ изоляторы применяются на ВЛ до 35 кВ включительно и закрепляются на опоре с помощью штырей и крюков.

16. По изоляционному материалу тарельчатые изоляторы могут быть:

- а) стеклянные;
- б) полимерные;
- в) фарфоровые.

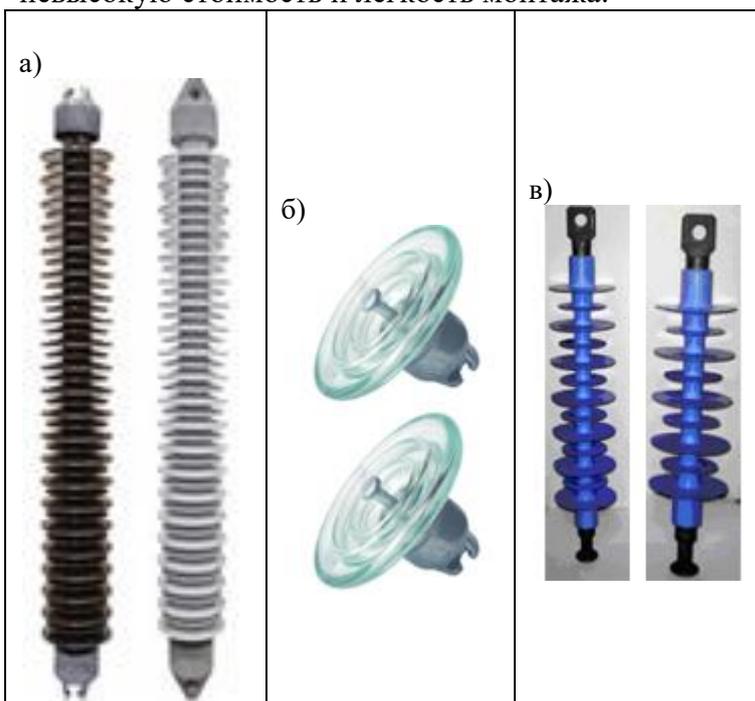
17. Расшифруйте обозначения изоляторов:

ШС10-Г – \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_;  
 ПС300-В – \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_.

18. Стержневые линейные изоляторы в основном работают на:

- а) сжатие;
- б) изгиб;
- в) растяжение;
- г) кручение.

19. Выберите рисунок, на котором представлены изоляторы, имеющие небольшой вес, невысокую стоимость и лёгкость монтажа:



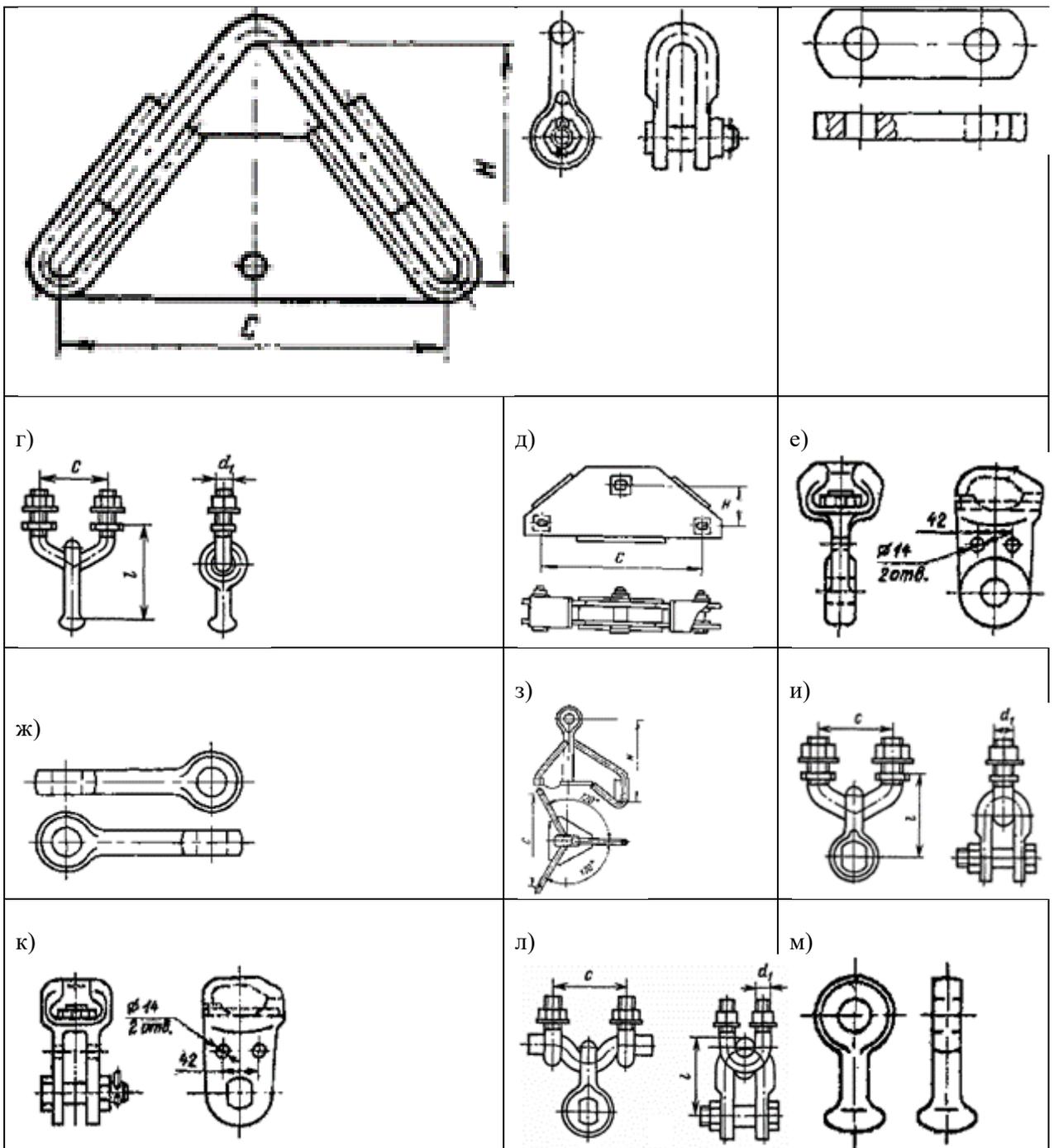
20. \_\_\_\_\_ зажимы предназначены для соединения проводов и тросов в пролете, а также для соединения проводов в шлейфах у опор анкерного типа.

21. Выберите возможные конструкции поддерживающих зажимов:

а) многороликовый подвес;	д) глухой;
б) прессуемый;	е) овальный;
в) ремонтный;	ж) с ограниченной прочностью заделки;
г) болтовой;	з) спирального типа.

22. Выберите элементы цепной арматуры, которые могут быть использованы для соединения изолятора с зажимом:

а)	б)	в)
----	----	----



23. Выберите мероприятие для восстановления токопроводящей способности и механической прочности сталеалюминиевого провода при повреждении у него до 1/3 части алюминиевых проволок и неповрежденном стальном сердечнике:

- а) вырезать повреждённый участок провода и заменить его на новый;
- б) отремонтировать провод с помощью установки ремонтного спирального зажима;
- в) отремонтировать провод с помощью установки соединительного спирального зажима;
- г) на данный момент такого мероприятия не существует.

24. Укажите разновидность гололёдно-изморозевого отложения, представляющую наименьшую дополнительную нагрузку на провода и тросы ВЛ:

а) чистый гололед	г) мокрый оледенелый снег
б) зернистая изморозь	д) сочетания отложений различного вида
в) кристаллическая изморозь и иней	

25. При обработке зарегистрированных на метеостанции данных по гололедным образованиям принимается плотность эквивалентного гололеда, равная \_\_\_\_\_ г/см<sup>3</sup>:  
а) 600; б) 150; в) 900; г) 350.

26. Нормативная толщина стенки гололеда (в соответствии с ПУЭ-7) имеет повторяемость 1 раз в \_\_\_\_\_ лет:  
а) 5; б) 10; в) 15; г) 20; д) 25.

27. По толщине стенки гололеда (в соответствии с ПУЭ-7) территория России делится на \_\_\_\_\_ гололедных районов и особые районы по гололеду:  
а) 4; б) 5; в) 7; г) 9.

28. Центр тяжести провисающего провода расположен на \_\_\_\_\_ выше нижней точки в пролете (где  $f$  – стрела провеса провода):  
а)  $f/2$ ; б)  $f/3$ ; в)  $f/4$ ; г)  $f/5$ .

29. Наибольшему обледенению подвержены провода \_\_\_\_\_ сечения, обдуваемые более \_\_\_\_\_ воздушным потоком:  
а) малого;  
б) большого;  
в) турбулентным;  
г) ламинарным.

30. При отсутствии региональных данных наблюдений за скоростью ветра при гололеде следует принимать максимальную скорость ветра при гололеде \_\_\_\_\_ максимальной скорости ветра (без гололеда):  
а) равной;  
б) в два раза меньше;  
в) в четыре раза меньше;  
г) в два раза больше.

31. Установите соответствие между характеристикой местности по ветровому воздействию на ВЛ и её типом (можно указать стрелками):

Характеристика местности	Тип местности
1) городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой не менее $2/3$ высоты опор	А В
2) открытые побережья морей, озер, водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра	С
3) городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м, просеки в лесных массивах с высотой деревьев более высоты опор, защищенные извилистые и узкие склоновые долины и ущелья	Д

32. Укажите виды колебаний проводов, которые могут наблюдаться в зависимости от типа ВЛ (можно указать стрелками):

Вид колебаний проводов под воздействием ветра	Тип ВЛ
1) эоловая вибрация	а) с нерасщепленными фазами
2) субколебания	
3) пляска	б) с расщепленными фазами

33. При \_\_\_\_\_ происходит синхронизация частот вертикальных и крутильных колебаний:

- а) эоловой вибрации;
- б) субколебаниях;
- в) пляске.

34. Укажите виды колебаний, которые могут возникать при перечисленных ниже скоростях ветра:

Виды колебаний
1) эолова вибрация
2) пляска
3) субколебания

Скорость ветра, м/с
а) 1
б) 7
в) 18
г) 4

- 1) – ;
- 2) – ;
- 3) – .

35. Самые тяжёлые воздействия вибрации следует ожидать при (нужное подчеркнуть):

- а) прохождении трассы ВЛ под углом  $0^\circ / 45^\circ / 90^\circ$  по отношению к преобладающему направлению ветра;
- б) прохождении ВЛ по ровной, открытой местности без преград / сильно пересеченной местности с преградами;
- в) натяжении проводов и тросов с небольшим / большим усилием;
- г) небольших / больших длинах пролетов.

36. Установите возможные причины повреждений элементов ВЛ при различных видах колебаний (можно указать стрелками):

Виды колебаний
1) эолова вибрация
2) пляска
3) субколебания

Причины повреждений
а) накопление усталости
б) коррозия
в) большие динамические нагрузки

37. Укажите пассивные меры, которые целесообразно применять для борьбы с различными видами колебаний (можно указать стрелками):

Виды колебаний	Пассивные меры борьбы
	а) усиление конструкции ВЛ
1) эолова вибрация	б) увеличение тяжения
	в) уменьшение расстояний между проводами различных фаз, а также между проводами и тросами
2) пляска	г) уменьшение тяжения

	д) увеличение расстояний между проводами различных фаз, а также между проводами и тросами
--	---

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Основные и дополнительные элементы воздушных линий (провода, грозозащитные тросы, опоры, фундаменты, линейные изоляторы и арматуру), их конструкции, материалы изготовления и особенности монтажа	1. Как называется участок между соседними опорами воздушной линии электропередачи? 2. Назовите материалы, из которых могут изготавливаться линейные стержневые изоляторы. 3. Назовите материалы, используемые для изготовления опор воздушных линий электропередачи.
Знать: Статические и динамические внешние воздействия на воздушные линии электропередачи	1. Назовите внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи. 2. Перечислите виды колебаний проводов, которые могут происходить на ВЛ 110 кВ под воздействием ветра.

### 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: 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. Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

## Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит задачу. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

### Краткое содержание задания:

Требуется решить задачи, условие которых приведены в варианте в письменном виде. По итогам решения ставится оценка в зависимости от правильности решения и допущенных ошибках.

#### Задача №1:

Двухцепная ВЛ 110 кВ сооружается на стальных промежуточных опорах П110-4 (рис. 1) с проводами марки АС 185/29 в населенной местности типа В, относящейся к I гололёдному и II ветровому району. Необходимо определить удельные механические нагрузки на провода.

#### Исходные данные:

1. Расчетные данные для провода АС 185/29:

диаметр – 18,8 мм;

масса – 728 кг/км;

действительные сечения (алюминиевая часть/стальной сердечник) – 181/29 мм<sup>2</sup>.

2. Расчетный габаритный пролет для опоры П110-4:

$l_{\text{габ}} = 380$  м.

Региональные коэффициенты принять равными 1,0.

Ветер направлен под углом  $\varphi=90^\circ$  к оси провода.

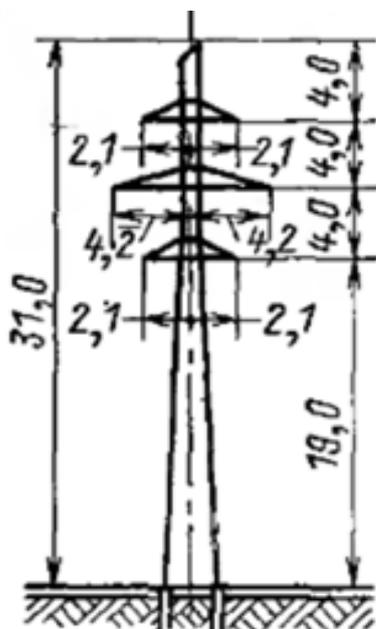


Figure 1 Рис. 1. Стальная промежуточная опора П110-4

#### Задача №2:

1. Показать, как с использованием изображенной на рисунке экспериментально снятой диаграммы растяжения проволоки определить:

- 1) модуль упругости проволоки;
- 2) относительное удлинение проволоки перед разрывом.

2. Для провода АС 400/51 с сечением алюминиевой части  $F_a = 394 \text{ мм}^2$  и сечением стального сердечника  $F_c = 51,1 \text{ мм}^2$  определить эквивалентные модули характеристик растяжения и эквивалентный коэффициент линейного температурного расширения.



Figure 2 Рис. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Математические модели статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием внешних нагрузок и используемые в них физико-механические характеристики проводов (тросов)	1. Эквивалентные физико-механические характеристики следует определять для монометаллического или комбинированного провода?
Уметь: Рассчитывать удельные механические нагрузки на провода и грозозащитные тросы, решать нелинейное уравнение состояния провода	1. Рассчитайте с использованием справочных данных нормативную удельную нагрузку от собственной массы провода АС 150/24.

### 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: 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. Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 30 минут. Контрольная работа содержит задачу. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

#### Краткое содержание задания:

Задача №1:

Провод АС 185/29 подвешен в пролете длиной 950 м на одинаковых высотах. Масса провода  $M = 728 \text{ кг/км}$ , его суммарное поперечное сечение  $F\Sigma = 210 \text{ мм}^2$ . Напряжение в нижней точке провода при среднегодовой температуре воздуха в отсутствие ветра и гололеда  $\sigma_{сэ} = 65,1 \text{ Н/мм}^2$ .

Требуется вычислить для этих условий:

- стрелу провеса;
  - длину провода;
  - тяжение в нижней точке кривой провисания;
  - тяжение в точке подвеса провода и его вертикальную составляющую.
- Обосновать применение выбранной математической модели кривой провисания провода.

Задача №2:

Для двухцепной ВЛ 110 кВ, проектируемой с проводами марки АС 185/29, по методу критических пролётов выявить определяющие по прочности провода нормативные сочетания климатических условий и построить зависимости среднеэксплуатационного напряжения в проводе от длины пролёта, используя вырожденные уравнения состояния провода.

Исходные данные:

1. Характерные для данной местности округлённые значения температур: низшая  $\theta(-) = -25^\circ\text{C}$ ; средняя годовая  $\theta_{сг} = 0^\circ\text{C}$ .
2. Эквивалентный модуль упругости провода  $E = 8,25 \times 10^4 \text{ Н/мм}^2$ .
3. Эквивалентный коэффициент температурного линейного расширения провода  $\alpha = 19,2 \times 10^{-6} \text{ 1}^\circ\text{C}$ .
4. Нормируемые значения допустимых напряжений:
  - при наибольшей механической нагрузке и низшей температуре  $[\sigma]_{нб} = [\sigma](-) = 135 \text{ Н/мм}^2$ ;
  - при средней годовой температуре  $[\sigma]_{сэ} = 90 \text{ Н/мм}^2$ .
5. Удельные механические нагрузки на провод:  
 $\gamma_1 = 34,01 \times 10^{-3} \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$ ;  $\gamma_{нб} = 73,06 \times 10^{-3} \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$ .

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Математические модели статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием	1. Запишите выражение для расчета стрелы провеса провода, моделируемого параболой.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
внешних нагрузок и используемые в них физико-механические характеристики проводов (тросов)	
Знать: Основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механическом расчете проводов и грозозащитных тросов	1.Перечислите нормативные сочетания климатических условий, относящиеся к определяющим по прочности провода.
Уметь: Выбирать определяющее по прочности нормативное сочетание климатических условий и нормативное сочетание климатических условий, соответствующее наибольшему провисанию проводов	1.Выберите определяющее по прочности провода нормативное сочетание климатических условий для пролета длиной 100 м, если известны значения первого и третьего критических пролетов: $l_{кр1}=150$ м; $l_{кр3}=500$ м.

#### **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: 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. Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит задачу. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

#### **Краткое содержание задания:**

Для одноцепной ВЛ 35 кВ, проектируемой с проводами марки АС 150/24 на населенной местности, относящейся к I гололёдному и I ветровому районам, установить

нормативное сочетание климатических условий наибольшего провисания провода (габаритные условия) и вычислить габаритный пролёт.

Исходные данные

1. Характерные для данной местности округлённые значения температур: низшая  $\theta(-) = -35^{\circ}\text{C}$ ; высшая  $\theta(+)= +35^{\circ}\text{C}$ ; средняя годовая  $\theta_{\text{сг}} = +5^{\circ}\text{C}$ .
2. Эквивалентный модуль упругости провода  $E = 8,25 \times 10^4 \text{ Н/мм}^2$ .
3. Эквивалентный коэффициент температурного линейного расширения провода  $\alpha = 19,2 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ .
4. Нормируемые значения допустимых напряжений:
  - при наибольшей механической нагрузке и низшей температуре  $[\sigma]_{\text{нб}} = [\sigma](-) = 135 \text{ Н/мм}^2$ ;
  - при средней годовой температуре  $[\sigma]_{\text{сэ}} = 90 \text{ Н/мм}^2$ .
5. Допустимая стрела провеса провода  $[f] = 3,1 \text{ м}$ .
6. Удельные механические нагрузки на провода:

$\gamma_1, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_2, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_4, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_5, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$
$33,93 \times 10^{-3}$	$37,40 \times 10^{-3}$	$40,16 \times 10^{-3}$	$24,75 \times 10^{-3}$

7. Значения критических пролётов:  $l_{\text{кр}1} = 260,2 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}2} = 235,4 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}3} = 223,0 \text{ м}$ .

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механическом расчете проводов и грозозащитных тросов	1. Назовите нормативные сочетания климатических условий, при которых проверяется соблюдение наименьшего допустимого расстояния от провода до земли. 2. Для какого типа местности выполняется проверка наименьшего допустимого расстояния от провода до земли в аварийном режиме (при обрыве провода в смежном пролете)?
Уметь: Вычислять габаритный пролет и строить шаблон для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии	1. Известно, что для двух регионов условия наибольшего провисания провода соответствуют высшей температуре воздуха: $\theta(+)= +30^{\circ}\text{C}$ - для региона I; $\theta(+)= +40^{\circ}\text{C}$ - для региона II. В каком регионе габаритный пролёт будет больше (при прочих равных условиях)?

### 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: 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. Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа состоит из теоретической части и задачи. Студент самостоятельно выполняет контрольную работу и сдает на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

#### **Краткое содержание задания:**

Задача №1:

I. Выберите информацию, указываемую в пределах геологического разреза продольного профиля трассы воздушной линии электропередачи:

- пересекаемые объекты;
- отметки профиля;
- наличие грунтов различной категории;
- глубина залегания грунтов;
- пикетаж;
- уровни грунтовых вод.

II. Одноцепная ВЛ 110 кВ проектируется с применением промежуточных железобетонных опор ПБ110-5 и проводов марки АС 95/16 на ненаселенной местности, относящейся к II гололёдному и I ветровому районам. Для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии выполнить расчет координат точек кривой наибольшего провисания провода (1), габаритной кривой (2), земляной кривой (3) и построить шаблон на миллиметровой бумаге с соблюдением заданных масштабов: по горизонтали – 1:5000; по вертикали – 1:500.

Исходные данные

1. Габаритные условия соответствуют нормативной толщине стенки гололеда в отсутствии ветра, при этом на провод действует удельная механическая нагрузка  $\gamma[f] = \gamma_3 = 99,56 \times 10^{-3} \text{ Н}/(\text{м} \cdot \text{мм}^2)$ , напряжение в нижней точке кривой провисания провода  $\sigma[f] = \sigma_3 = 109,7 \text{ Н}/\text{мм}^2$ .

2. Габаритный пролет – 251,0 м.

3. Значение допустимого весового пролета для выбранной промежуточной опоры принять равным 314 м.

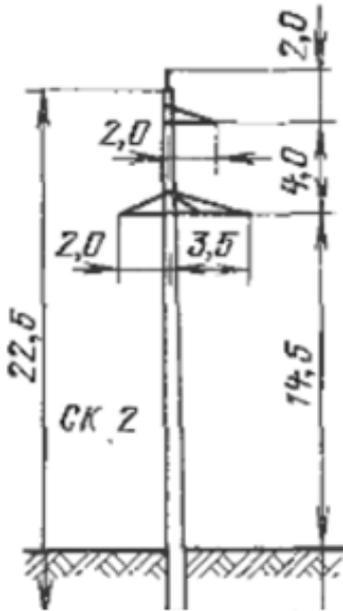


Figure 3 Рис. 1. Одноцепная промежуточная железобетонная опора ПБ110-5

Задача №2:

I. Для ВЛ 220 кВ, спроектированной с проводами марки АС 240/32, определить нагрузку от разности тяжения провода в смежных пролётах  $\Delta T_{0j}$ , приводящую к отклонению поддерживающей гирлянды изоляторов на угол  $\alpha = 10^\circ$  (см. рис.).

Исходные данные

1. Вес провода, воспринимаемый поддерживающей гирляндой изоляторов (в пределах весового пролёта)  $G_{\Pi j} = 3000 \text{ Н}$ .
2. Вес поддерживающей гирлянды изоляторов с арматурой  $G_{Г,а} = 800 \text{ Н}$ .
3. Длина поддерживающей гирлянды изоляторов с арматурой  $l = 2,3 \text{ м}$ .

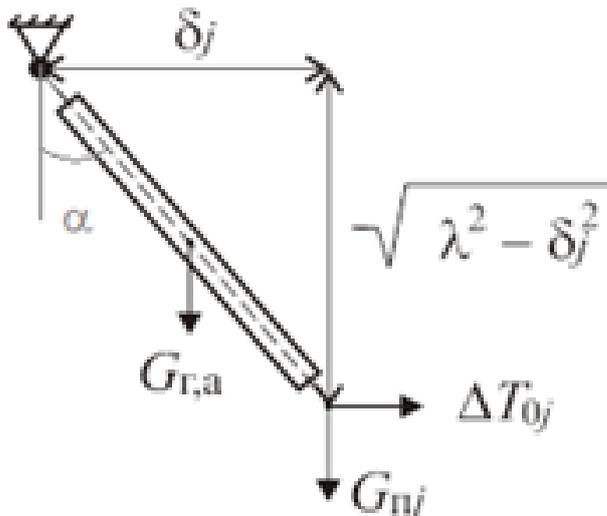


Figure 4 Рис. Равновесие поддерживающей гирлянды изоляторов

II. Вычислить приведённый пролёт для анкерowanego участка, состоящего из семи промежуточных пролётов (см. таблицу).

Таблица

### Характеристика анкерowanego участка

№ пролёта	1	2	3	4	5	6	7
Длина пролёта $l$ , м	270	220	230	250	280	240	260
Угол уклона трассы $\gamma$ , °	2	1,5	1	0	1	3	4

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выполнять расчет напряжений и стрел провеса провода в пределах анкерowanego участка	1. Определите приведенный пролет для анкерowanego участка воздушной линии электропередачи, состоящего из трёх пролетов длинами 200, 230 и 250 м.
Уметь: Вычислять габаритный пролет и строить шаблон для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии	1. Покажите, как с помощью шаблона найти местоположение первой промежуточной опоры при известном положении анкерных опор.

### 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: 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. Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 90 минут. Контрольная работа содержит тестовые вопросы и задачу. Студент самостоятельно решает задание и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

### **Краткое содержание задания:**

Задача:

Для участка двухцепной ВЛ 110 кВ, проектируемого с проводами марки АС 120/27 на стальных опорах, выбрать тип и количество подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд.

Исходные данные

1. Характерные для данной местности округлённые значения температур:  
низшая  $\theta(-) = -30^{\circ}\text{C}$ ; средняя годовая  $\theta_{\text{сг}} = 10^{\circ}\text{C}$ .
2. Действительные сечения провода АС 120/27 (алюминиевая часть/стальной сердечник) – 114/26,6 мм<sup>2</sup>.
3. Значения критических пролётов:  $l_{\text{кр}1} = 229,5 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}2} = 81,0 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}3} = 66,9 \text{ м}$ .
4. Приведенный пролет  $l_{\text{прив}} = 242,5 \text{ м}$ .
5. Весовой пролет  $l_{\text{вес}} = 336,8 \text{ м}$ .
6. Эквивалентный модуль упругости провода  $E = 8,9 \times 10^4 \text{ Н/мм}^2$ .
7. Эквивалентный коэффициент температурного линейного расширения провода  $\alpha = 18,3 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ .
8. Нормируемые значения допустимых напряжений:  
- при наибольшей механической нагрузке и низшей температуре  $[\sigma]_{\text{нб}} = [\sigma](-) = 153 \text{ Н/мм}^2$ ;  
- при средней годовой температуре  $[\sigma]_{\text{сз}} = 102 \text{ Н/мм}^2$ .
9. Удельные механические нагрузки на провода:

$\gamma_1, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_2, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_4, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_5, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$
$36,84 \times 10^{-3}$	$130,63 \times 10^{-3}$	$89,81 \times 10^{-3}$	$111,86 \times 10^{-3}$

10. Трасса проектируемой ВЛ 110 кВ проходит на высоте до 1000 м над уровнем моря вне зон природных и промышленных источников загрязнения.

Тестовая часть:

1. Расшифруйте обозначение опоры ПД35-3: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

2. Установите соответствие между материалом изготовления опор и их преимуществами (можно указать стрелками):

Преимущества опор	Материал опор
1) небольшой вес	
2) высокая механическая прочность	а) стальные
3) низкие трудозатраты на сборку	
4) небольшая стоимость	б) железобетонные
5) хорошо работают на изгиб	
6) наиболее долговечны и экономичны в эксплуатации	в) деревянные
7) самые разнообразные конструктивные исполнения	
8) хорошие электроизоляционные свойства	

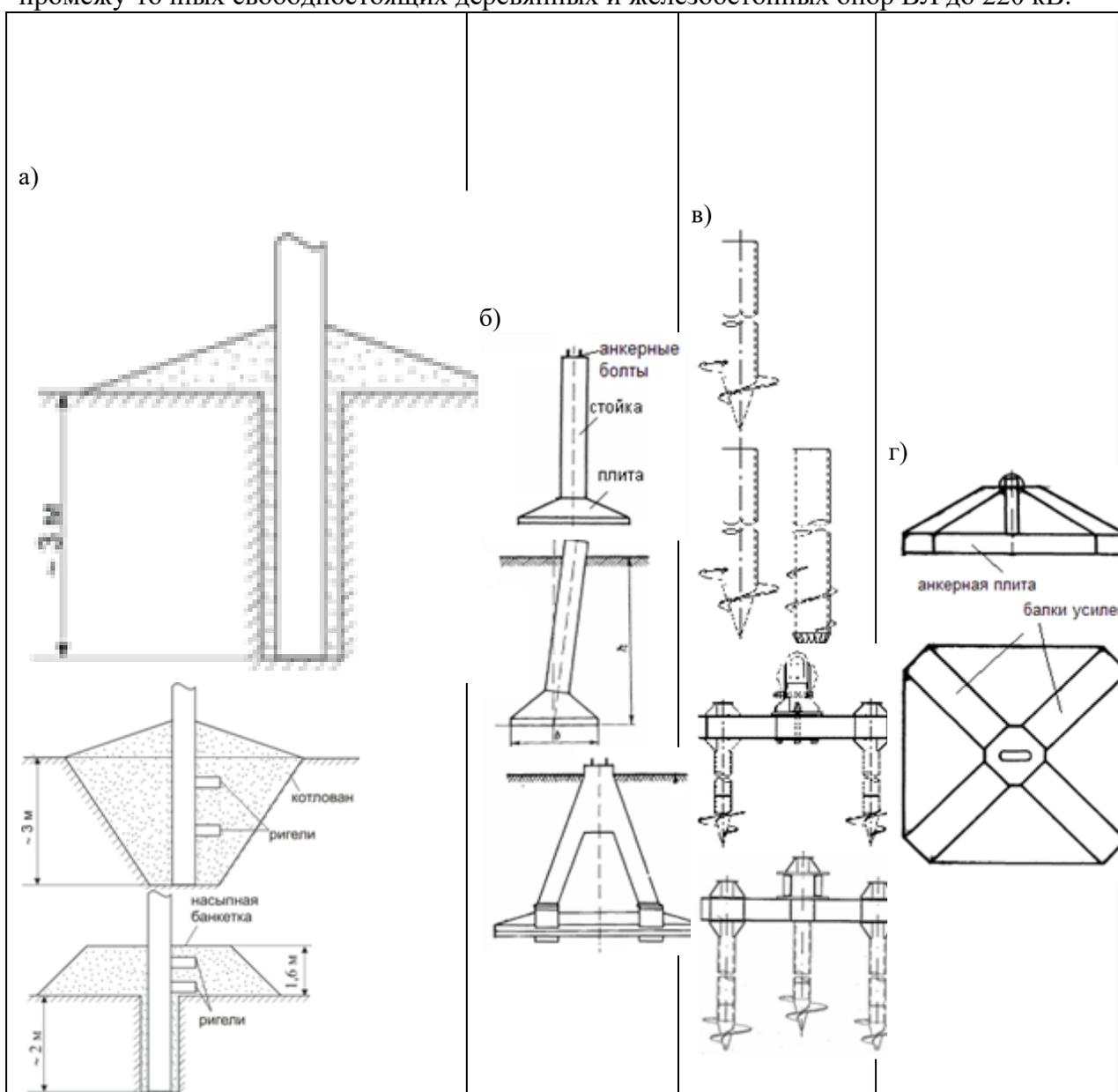
3. Выберите способ увеличения прочности и долговечности стальных опор:  
а) уплотнение основного материала;  
б) очищение, ошкуривание и сушка;  
в) предварительное напряжение арматуры;  
г) окрашивание;  
д) пропитка антисептиками;  
е) оцинковка горячим способом.

4. Укажите способ соединения стоек и пасынков деревянных опор:

- а) болтами;
- б) проволочными бандажами;
- в) стальными хомутами;
- г) сваркой.

5. Стойки железобетонных опор прямоугольного сечения изготавливаются методом \_\_\_\_\_, а конические или цилиндрические – методом \_\_\_\_\_.

6. Выберите наиболее распространенные способы закрепления в грунте промежуточных свободностоящих деревянных и железобетонных опор ВЛ до 220 кВ:



7. Секции стальных многогранных опор имеют два вида соединений:

- 1) \_\_\_\_\_ ;  
 2) \_\_\_\_\_ .

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Определять наибольшие расчетные усилия в линейных изоляторах	1. Пользуясь справочными данными, скомплектуйте поддерживающую гирлянду из стеклянных тарельчатых изоляторов для ВЛ 110 кВ на стальных опорах при высоте прохождения трассы до 1000 м над уровнем моря в районе I-II степени загрязнения атмосферы, если из расчетов известно, что значение электромеханической разрушающей нагрузки должно быть не менее 30 кН.

**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: 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*

**2 семестр**

**КМ-7. Монтажный режим**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит теоретические вопросы. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

**Краткое содержание задания:**

1. Необходимо дать письменный развернутый ответ на следующие вопросы:

- а) напишите, в чём заключается главное отличие монтажного режима от других режимов работы провода;

- б) покажите внешний вид зависимости остаточного удлинения провода во времени;  
 в) укажите, в какой период после подвески провода наблюдается наибольший рост остаточного удлинения;  
 г) назовите основные причины вытяжки провода.

2. Пронумеруйте последовательность действий при выполнении работ по монтажу провода:

- \_\_\_ соединение строительных длин провода;  
 \_\_\_ подъем провода на опоры;  
 \_\_\_ крепление провода с помощью натяжных и поддерживающих зажимов к изоляторам опор;  
 \_\_\_ раскатка провода;  
 \_\_\_ натяжение провода с регулировкой стрел провеса.

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Определять монтажные напряжения в проводах, монтажные стрелы провеса и строить монтажные графики	1.Оцените модули начального и предельного растяжения провода АС 120/19.

### 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: 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-8. Расчет грозозащитного троса

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит теоретические вопросы и задачу. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

### Краткое содержание задания:

## I. Теоретическая часть

Необходимо дать письменный развернутый ответ на следующие вопросы:

- от чего зависит защита проводов ВЛ при грозовых перенапряжениях;
- на основе каких нормативных сочетаний климатических условий выполняется расчет грозозащитного троса.

## II. Задача

Одноцепная ВЛ 110 кВ проектируется на промежуточных стальных многогранных опорах ПМ110-1Ф (рис. 1) с применением проводов марки АС 150/24 и стального грозозащитного троса типа МЗ, не предназначенного для организации каналов высокочастотной связи. Для подвески провода планируется использовать поддерживающую гирлянду изоляторов длиной 1,35 м. Мероприятия по плавке гололеда на тросе не предусмотрены. Требуется определить наибольший угол защиты провода на промежуточной опоре и дать заключение о его соответствии требованиям ПУЭ по защите ВЛ от грозовых перенапряжений.

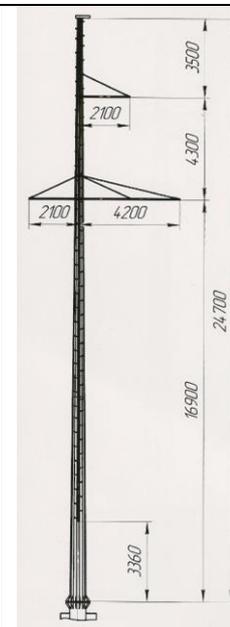


Рис. 1. Промежуточная стальная многогранная опора ПМ110-1Ф

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Рассчитывать натяжение грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и выполнять проверку его механической прочности	1. Определите, будет ли достаточным по условию защиты от грозовых перенапряжений расстояние по вертикали между тросом и проводом $C = 3$ м в середине пролета длиной $l = 150$ м.

### 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: 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-9. Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит теоретические вопросы. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

#### **Краткое содержание задания:**

Необходимо дать письменный развернутый ответ на следующие вопросы:

- а) какие исходные данные вводятся в программу для выполнения систематического расчета провода;
- б) почему в программе предусмотрено несколько климатических зон;
- в) какие опоры следует расставить в первую очередь;
- г) как избежать ошибочной установки опоры в неблагоприятное место;
- д) следует ли применять разные типы промежуточных опор;
- е) какие выходные документы формируются программой.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выполнять расчеты в программно-вычислительном комплексе САПР ЛЭП или SMART ЛЭП	1.В программе SMART ЛЭП заполните вкладку "Администратор".

#### **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:* 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-10. Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Обучающимся выдается задание на контрольную работу. Студент приступает к выполнению контрольной работы в учебной аудитории. Время выполнения контрольной работы 45 минут. Контрольная работа содержит теоретические вопросы. Студент самостоятельно ее решает и сдает выполненную контрольную работу на проверку преподавателю. Преподаватель на основе грамотности, правильности ответов студентов и соблюдения регламента проведения контрольной работы выставляет оценки за контрольное мероприятие.

#### **Краткое содержание задания:**

Необходимо дать письменный развернутый ответ на следующие вопросы:

- а) перечислите разновидности пересечений воздушных линий электропередачи;
- б) какие общие требования необходимо соблюдать при проектировании пересечений воздушных линий электропередачи;
- в) при каких условиях следует проверять соблюдение нормируемых вертикальных габаритов;
- г) приведите характерные особенности пересечения ВЛ с железными дорогами;
- д) укажите характерные особенности пересечения ВЛ с водными пространствами;
- е) определите, какой вид пересечения ВЛ относится к большому переходу;
- ж) приведите возможные схемы, применяемые при проектировании больших переходов.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Проектировать пересечение воздушной линии с инженерными сооружениями и естественными препятствиями	1. Выберите схему перехода, которую следует применить при проектировании пересечения с судоходной рекой. 2. Определите габаритные условия, при которых выполняется проверка соблюдения наименьшего расстояния от проводов ВЛ до различных элементов железной дороги. 3. Выразите длину пролета через значения большого и малого эквивалентных пролетов.

#### **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: 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

## Для курсового проекта/работы

### 2 семестр

#### I. Описание КП/КР

Проектирование воздушной линии электропередачи

#### II. Примеры задания и темы работы

##### Пример задания

**ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКИ  
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**ЗАДАНИЕ**  
на курсовой проект «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ  
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ»  
по дисциплине «КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ»

Группа \_\_\_\_\_ Студент \_\_\_\_\_

На основе приведенных ниже сведений спроектировать участок воздушной линии электропередачи, включая пересечение с \_\_\_\_\_  
(индивидуальное сооружение / естественное препятствие)

**1. Исходные данные для проектирования**

1.1. Участок \_\_\_\_\_-цевной воздушной линии электропередачи номинального напряжения \_\_\_\_\_ кВ сооружается в \_\_\_\_\_  
(область, край или республика страны)  
на \_\_\_\_\_ местности типа \_\_\_\_\_ (профильный профиль трассы приведен в приложении).

1.2. Значения региональных коэффициентов на основании опыта эксплуатации принять равными: \_\_\_\_\_ по ветровой нагрузке; \_\_\_\_\_ по гололедной нагрузке.

**2. Требования заказчика проектных работ к материалам и конструкциям**

2.1. При проектировании использовать анкерно-угловые опоры \_\_\_\_\_  
(тип опоры)  
и \_\_\_\_\_  
(тип опоры и конструкция опоры) промискусотные опоры, соответствующие заданным климатическим условиям.

2.2. Применить \_\_\_\_\_ провода с сечением токопроводящей части \_\_\_\_\_ мм<sup>2</sup>,  
(тип провода и конструкция провода)

2.3. На воздушной линии предусмотреть подвеску \_\_\_\_\_ грозоштитов(ов),  
(тип грозоштитов) трос(ов) типа \_\_\_\_\_ с \_\_\_\_\_ оптических волокон, обладающего термической стойкостью к воздействию токов КЗ не менее \_\_\_\_\_ кА<sup>2</sup>·с.

2.4. Воздушную линию оборудовать \_\_\_\_\_  
(тип арматуры) линейной арматурой, а также подвесными \_\_\_\_\_ и изоляторами,  
(тип арматуры и изоляторов) выбранными в соответствии со стандартным рядом электромеханических разрушающих нагрузок для высоты проложения трассы до 1000 м над уровнем моря и \_\_\_\_\_ степени загрязнения атмосферы.

##### Тематика КП/КР:

Проектирование воздушной линии электропередачи

#### КМ-1. Выполнение 1 части курсового проекта

##### Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **КМ-2. Выполнение 2 части курсового проекта**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **КМ-3. Выполнение 3 части курсового проекта**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **КМ-4. Выполнение 4 части курсового проекта**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № кафедра электроэнергетических систем	<i>Утверждаю:</i> первый зам. зав. кафедрой ЭЭС Насыров Р. Р.
	дисциплина Конструкции воздушных линий электропередачи	
	институт электроэнергетики	Дата
<p><i>Задание.</i> Одноцепная ВЛ 110 кВ сооружается на стальных промежуточных опорах П110-5 с проводами марки АС 120/19 в населенной местности типа В, относящейся к III гололедному и III ветровому районам. Необходимо определить удельные механические нагрузки на провода.</p> <p><i>Исходные данные:</i></p> <p>1. Расчетные данные для провода АС 120/19: диаметр – 15,2 мм; масса – 471 кг/км; действительные сечения (алюминиевая часть/стальной сердечник) – 118/18,8 мм.кв.</p> <p>2. Расчетный габаритный пролет для опоры П110-2: <math>l_{\text{габ}} = 255</math> м. Региональные коэффициенты принять равными 1,0. Ветер направлен под углом <math>\varphi=90^\circ</math> к оси провода.</p> <p>1. Температура воздуха и её влияние на работу проводов воздушных линий. Наблюдения за температурой воздуха и обработка зарегистрированных данных. Характерные дискретные значения температуры, используемые при выполнении механического расчета проводов.</p> <p>2. Анкерванный участок воздушной линии с промежуточными пролетами неравной длины. Приведенный пролет анкерванного участка и его использование для приближенного определения напряжений в проводах.</p>		

## Процедура проведения

Экзамен включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Работает с проектной документацией по объектам электросетевого хозяйства

### Вопросы, задания

1. *Задание.* Для провода АС 300/39 с сечением алюминиевой части  $F_a = 301$  мм<sup>2</sup> и сечением стального сердечника  $F_c = 38,6$  мм<sup>2</sup> определить эквивалентные модули характеристик растяжения и эквивалентный коэффициент линейного температурного расширения.

*Исходные данные:*

1) модуль упругости алюминия  $E_a = 63000$  Н/мм<sup>2</sup>;

- 2) модуль упругости стали  $E_c = 200000 \text{ Н/мм}^2$ ;
- 3) модуль начального растяжения алюминия  $C_a = 54000 \text{ Н/мм}^2$ ;
- 4) модуль начального растяжения стали  $C_c = 185000 \text{ Н/мм}^2$ ;
- 5) модуль предельного растяжения алюминия  $D_a = 36000 \text{ Н/мм}^2$ ;
- 6) модуль предельного растяжения стали  $D_c = 185000 \text{ Н/мм}^2$ ;
- 7) коэффициент температурного линейного расширения алюминия  $\alpha_a = 23,0 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ;
- 8) коэффициент температурного линейного расширения стали  $\alpha_c = 12,0 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

2. *Задание.* Провод АС 185/128 подвешен в пролете длиной 950 м на одинаковых высотах.

Требуется вычислить для этих условий:

- стрелу провеса;
- длину провода;
- тяжение в низшей точке кривой провисания;
- тяжение в точке подвеса провода и его вертикальную составляющую.

Обосновать применение выбранной математической модели кривой провисания провода.

*Исходные данные:*

1. Масса провода  $M = 1525 \text{ кг/км}$ .
2. Суммарное поперечное сечение провода  $F\Sigma = 315 \text{ мм}^2$ .
3. Напряжение в низшей точке провода при среднегодовой температуре воздуха в отсутствии ветра и гололёда  $\sigma_{сэ} = 110 \text{ Н/мм}^2$ .

3. *Задание.* Для ВЛ 220 кВ, спроектированной с проводами марки АС 240/39, определить нагрузку от разности тяжения провода в смежных пролётах  $\Delta T_{0j}$ , приводящую к отклонению поддерживающей гирлянды изоляторов на угол  $\alpha = 7^\circ$ .

*Исходные данные:*

1. Вес провода, воспринимаемый поддерживающей гирляндой изоляторов (в пределах весового пролёта)  $G_{пj} = 3000 \text{ Н}$ .
2. Вес поддерживающей гирлянды изоляторов с арматурой  $G_{г,а} = 800 \text{ Н}$ .
3. Длина поддерживающей гирлянды изоляторов с арматурой  $l = 2,3 \text{ м}$ .
4. Определение воздушных линий электропередачи выше 1 кВ, их разновидности. Основные и дополнительные элементы воздушных линий. Классификация воздушных линий по числу трёхфазных цепей.
5. Две основные группы опор и опоры специального типа, их назначение.
6. Требования, предъявляемые к материалу изготовления проводов воздушных линий. Классификация проводов по материалу изготовления.
7. Подвесные стержневые изоляторы. Классификация стержневых изоляторов по изоляционному материалу. Достоинства и недостатки полимерных изоляторов.
8. Наиболее распространенные виды колебаний проводов под воздействием ветра. Эолова вибрация и причины её возникновения. Основные средства защиты от вибрации и пассивные меры борьбы с ней.
9. Конструкции и типы линейных изоляторов. Основные преимущества и недостатки изоляторов. Линейная арматура ВЛЭП: зажимы, сцепная, соединительная и защитная арматура.
10. Нормируемые значения допустимых механических напряжений и наименьших расстояний от проводов до поверхности земли и пересекаемых объектов, важные для обеспечения надежной работы проводов.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Выберите дополнительный элемент ВЛ:

Ответы:

1. фундаменты;
2. изоляторы;
3. ОПН;

4. линейная арматура

Верный ответ: 3

2. Выберите защищенный провод для ВЛ:

Ответы:

1. ААГ;
2. СИП–2А;
3. ПЗВГ;
4. АЖ

Верный ответ: 2

3. Укажите преимущество железобетонных опор по сравнению с другими видами опор:

Ответы:

1. низкие трудозатраты на сборку опор;
2. конструкции с наименьшим сопротивлением ветру;
3. низкая подверженность коррозии;
4. самые разнообразные конструктивные исполнения.

Верный ответ: 3

4. Выберите шифр деревянной опоры:

Ответы:

1. ПУСБ 220–1;
2. ПДС 110-5;
3. АУОС10ПИ–2М;
4. 2ПС35/110ПУ-2.35ТМ

Верный ответ: 3

5. Выберите провод усиленной конструкции по  $m=Fa/Fc$

Ответы:

1.  $m=4,4$ ;
2.  $m=6,1$ ;
3.  $m=7,8$ ;
4.  $m=1,46$ .

Верный ответ: 1

6. Как правило, наименьшие сечения и диаметры проводов для ВЛ 110 кВ и выше определяются:

Ответы:

1. условиями длительно допустимого нагрева;
2. условиями механической прочности;
3. условиями уровня радиопомех;
4. условиями потерь на корону.

Верный ответ: 4

7. Расчётная нагрузка для штыревых изоляторов:

Ответы:

1. нагрузка на растяжение;
2. нагрузка на изгиб;
3. нагрузка на сжатие;
4. нагрузка на кручение.

Верный ответ: 2

8. Выберите по маркировке стеклянный тарельчатый изолятор:

Ответы:

1. ПС70Е;
2. ШФ10–Г;
3. ЛК70/110–А–2
4. ПФ40–Д;

Верный ответ: 1

9. Как изменится ветровое давление, если угол направления воздушного потока по отношению к оси провода изменился с 90 на 45 градусов?

Ответы:

1. Увеличится в 2 раза;
2. Уменьшится в 2 раза;
3. Увеличится в 4 раза;
4. Останется неизменным.

Верный ответ: 2

10. Минимальное ветровое давление при гололёде для ВЛ 220 кВ равно:

Ответы:

1. 100 Па;
2. 125 Па;
3. 160 Па;
4. 200 Па;
5. не ограничено

Верный ответ: 2

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («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: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.

**2 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Пример билета**

	<b>ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ №</b> <i>Кафедра ЭЭС</i>	<b>Утверждаю:</b> <i>Зав. кафедрой</i>
<b>НИУ МЭИ</b>	<i>Дисциплина</i> <b>Конструкции воздушных линий электропередачи</b>	

	Институт электроэнергетики	Ф.И.О. _____ группа _____ Дата «    » _____ 202 г.	
--	----------------------------	--	--

*Задание.* Одноцепная ВЛ 220 кВ проектируется с проводами марки АС 300/39 на ненаселенной местности, относящейся к I гололёдному и II ветровому районам, и характеризуемой следующими округлёнными значениями температур: низшая  $\theta(-) = -45^{\circ}\text{C}$ ; высшая  $\theta(+)= +40^{\circ}\text{C}$ ; средняя годовая  $\theta_{\text{сг}} = 0^{\circ}\text{C}$ . Для выполнения работ по монтажу провода требуется составить монтажную таблицу и построить монтажные графики, соответствующие характерным длинам промежуточных пролётов.

*Исходные данные:*

- сечение алюминиевой части провода  $F_a = 301 \text{ мм}^2$ ;
- сечение стального сердечник провода  $F_c = 38,6 \text{ мм}^2$ ;
- эквивалентный коэффициент температурного линейного расширения провода  $\alpha = 19,8 \times 10^{-6} \text{ 1}^{\circ}\text{C}$ ;
- нормируемые значения допустимых напряжений:  
при наибольшей механической нагрузке и низшей температуре  $[\sigma]_{\text{нб}} = [\sigma](-) = 126 \text{ Н/мм}^2$ ;
- при средней годовой температуре  $[\sigma]_{\text{сг}} = 84 \text{ Н/мм}^2$ .
- удельные механические нагрузки на провод равны следующим значениям:

$\gamma_1, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_2, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_4, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$	$\gamma_5, \text{ Н/(м}\cdot\text{мм}^2)$
$32,70 \times 10^{-3}$	$22,13 \times 10^{-3}$	$29,84 \times 10^{-3}$	$17,99 \times 10^{-3}$

- значения критических пролётов:  $l_{\text{кр}1} = 313,9 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}2} = 365,4 \text{ м}$ ;  $l_{\text{кр}3} = 429,0 \text{ м}$ ;
- длина габаритного пролёта  $l_{\text{габ}} = 273,2 \text{ м}$ .

*Примечание:* с целью экономии времени допускается рассмотреть три характерные значения монтажной температуры в диапазоне от высшей до низшей.

## Процедура проведения

Зачет включает в себя практическое задание.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Работает с проектной документацией по объектам электросетевого хозяйства

#### **Вопросы, задания**

1. Уравнение физико-механического состояния провода (троса).
2. Методы решения уравнения состояния провода (численный и графический).
3. Выбор определяющих по прочности провода (троса) климатических условий.
4. Метод критических пролётов, алгоритм расчёта критических пролётов.
5. Первая, вторая и третья форма записи уравнения состояния провода (троса).
6. Климатические условия наибольшего провисания проводов.
7. Критическая температура, её физический смысл.
8. Последовательность расчёта габаритного пролёта ВЛ.
9. Механический расчёт изолирующих подвесок.
10. Наибольшие расчетные усилия, действующие на поддерживающую и натяжную гирлянду изоляторов в нормальном и аварийном режимах работы.
11. Выбор количества изоляторов в гирлянде, влияющие факторы.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. При уменьшении температуры ниже температуры изготовления сталь в сталеалюминиевом проводе претерпевает:

Ответы:

- 1) сжатие;
- 2) растяжение;
- 3) не реагирует на изменение температуры.

Верный ответ: 1

2. Толщина стенки гололеда, соответствующая первому гололедному району по ПУЭ-7:

Ответы:

- 1) 20 мм;
- 2) 5 мм;
- 3) 10 мм;
- 4) 15 мм.

Верный ответ: 3

3. Ветровое давление, соответствующее первому ветровому району по ПУЭ-7:

Ответы:

- 1) 500 Па;
- 2) 650 Па;
- 3) 400 Па;
- 4) 800 Па.

Верный ответ: 3

4. Выберите тип опоры, для которого высота приведенного центра тяжести системы проводов будет равна высоте центра тяжести нижнего провода:

Ответы:

- 1) «бочка»;
- 2) «елка»;
- 3) «треугольник»;
- 4) «портальная»;
- 5) «обратная елка».

Верный ответ: 4

5. Как правило, наименьшие сечения и диаметры проводов для ВЛ 35 кВ и ниже определяются условиями:

Ответы:

- 1) длительно допустимого нагрева;
- 2) механической прочности;
- 3) уровня радиопомех;
- 4) потерь на корону.

Верный ответ: 2

6. Эффективность молниезащиты возрастает при:

Ответы:

- 1) увеличении угла защиты проводов;
- 2) уменьшении угла защиты проводов;
- 3) отсутствии грозозащитного троса;
- 4) увеличении натяжения грозозащитного троса.

Верный ответ: 2

7. Максимальная скорость ветра при гололёде по отношению к максимальной скорости ветра (без гололеда):

Ответы:

- 1) такая же;
- 2) в два раза меньше;
- 3) в четыре раза меньше;

4) в два раза больше.

Верный ответ: 2

8.К большому переходу наиболее часто относится пересечение ВЛ с:

Ответы:

- 1) шоссе первой категории;
- 2) электрифицированной железной дорогой;
- 3) рекой;
- 4) нефтепроводом.

Верный ответ: 3

9.В аварийном режиме (при обрыве провода в смежном пролете) проверяется наименьшее расстояние от низшей точки провода в уцелевшем пролете до земли:

Ответы:

- а) в труднодоступной местности;
- б) ненаселенной местности;
- в) населенной местности;
- г) недоступной местности.

Верный ответ: в

10.С течением времени длина провода воздушной линии:

Ответы:

- а) укорачивается;
- б) остаётся неизменной;
- в) удлиняется;
- г) не зависит от времени эксплуатации..

Верный ответ: б

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («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: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.

**Для курсового проекта/работы:**

**2 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в форме устной беседы.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («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: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.