

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Режимы работы электроэнергетических систем

**Код модуля**  
1156669

**Модуль**  
Электроэнергетические системы и сети

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кирпикова Ирина Львовна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем
2	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем
3	Тавлинцев Александр Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** **Режимы работы**  
**электроэнергетических систем**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Коллоквиум	1
		Расчетная работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** **Режимы работы электроэнергетических систем**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-39 -Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	3-7 - Описывать методы расчетов и анализа параметров установившихся режимов сложнзамкнутых электрических сетей 3-8 - Описывать основные методы регулирования частоты в электроэнергетических системах 3-9 - Описывать принципы проектирования электрических сетей П-4 - Разрабатывать для проектирования варианты развития электрических сетей и систем при соблюдении параметров качества	Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен

	<p>электроэнергии и экономичности режимов</p> <p>П-5 - Предлагать оптимальный вариант развития электрической сети</p> <p>У-6 - Выполнять расчеты распределения потоков мощности в сложнзамкнутых электрических сетях</p> <p>У-7 - Устанавливать последовательность и степень воздействий для регулировки частоты в энергосистеме</p> <p>У-8 - Анализировать и оценивать варианты развития электрических сетей при проектировании</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.55</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа 1</i>	6,6	30
<i>контрольная работа 2</i>	6,10	30
<i>контрольная работа 3</i>	6,14	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.20</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>коллоквиум</i>	6,15	30
<i>расчетная работа 1</i>	6,9	35
<i>расчетная работа 2</i>	6,16	35
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>ЛР 1</i>	6,10	25
<i>ЛР 2</i>	6,12	25
<i>ЛР 3</i>	6,14	25
<i>ЛР 4</i>	6,16	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
----------------------------	---

Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Контурные уравнения и их использование для расчетов сложнзамкнутых электрических сетей
2. Уравнения узловых напряжений и их использование для расчетов сложнзамкнутых электрических сетей
3. Разработка вариантов местной и системообразующей электрических сетей
4. Выбор сечений линий электропередачи
5. Технико-экономическое сопоставление вариантов
6. Надежность вариантов, ущерб от недоотпуска электроэнергии
7. Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов и качества электроэнергии

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Создание расчетной модели фрагмента энергосистемы
2. Регулирование напряжения
3. Оценка перегрузочной способности по току электрической сети
4. Выбор сечений линий электропередач

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### **Базовый**

##### **5.2.1. Контрольная работа № 1**

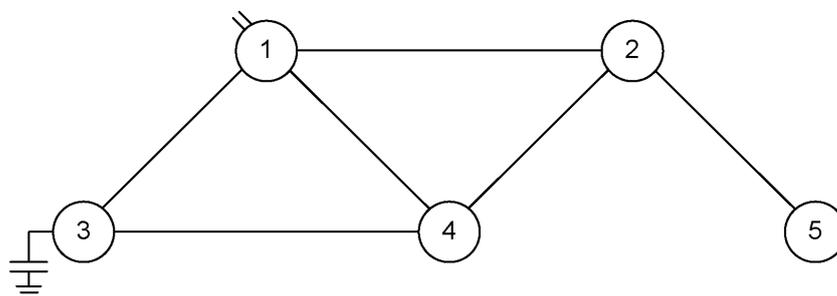
Примерный перечень тем

1. Расчет установившегося режима методом эквивалентирования

Примерные задания

Рассчитать установившийся режим электрической сети методом эквивалентирования.

## ВАРИАНТ 1.1



### ЗАДАНИЕ:

Рассчитать потоки мощности по линиям.

Найти напряжение в узле 3.

### ДОПУЩЕНИЯ:

Потери мощности не учитывать.

Напряжения во всех узлах принять равными напряжению в базисном узле.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Напряжение балансирующего узла: 115 кВ.

### Мощность нагрузочных узлов:

$P_2 = 10 + j5$  МВА;

$P_3 = 40 + j22$  МВА;

$P_4 = -30 - j15$  МВА;

$P_5 = 60 + j30$  МВА;

Шунт: 151,2 мкСм.

### Параметры линий:

Все линии выполнены сечением АС-240.

1-2: 2\*60 км;

1-3: 2\*60 км;

1-4: 1\*40 км;

2-4: 1\*30 км;

2-5: 2\*40 км.

### Примечания:

2\*60 км означает, что на участке построено 2 ЛЭП, длина участка составляет 60 км.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

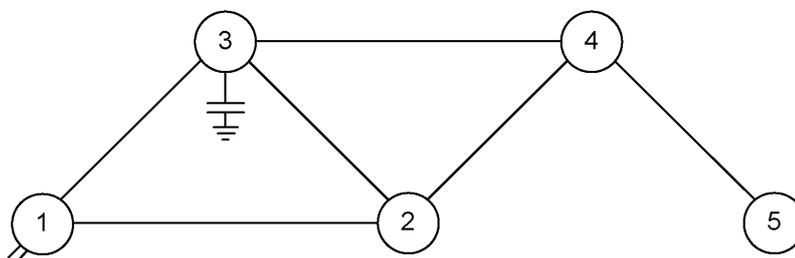
Примерный перечень тем

1. Расчет установившегося режима методом контурных уравнений

Примерные задания

Рассчитать установившийся режим электрической сети методом контурных уравнений.

## ВАРИАНТ 2.1



### ЗАДАНИЕ:

Рассчитать потоки мощности по линиям.

Найти напряжение в узле 3.

### ДОПУЩЕНИЯ:

Потери мощности не учитывать.

Напряжения во всех узлах принять равными напряжению в базисном узле.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Напряжение балансирующего узла: 115 кВ.

Мощность нагрузочных узлов:

$P_2 = 10 + j5$  МВА;

$P_3 = 40 + j22$  МВА;

$P_4 = -30 - j17$  МВА;

$P_5 = 60 + j32$  МВА;

Шунт: 151,2 мкСм.

Параметры линий:

Все линии выполнены сечением АС-240.

1-2: 2\*60 км;

1-3: 2\*60 км;

2-3: 2\*50 км

2-4: 1\*40 км

3-4: 1\*30 км;

4-5: 2\*40 км.

Примечания:

2\*60 км означает, что на участке построено 2 ЛЭП, длина участка составляет 60 км.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

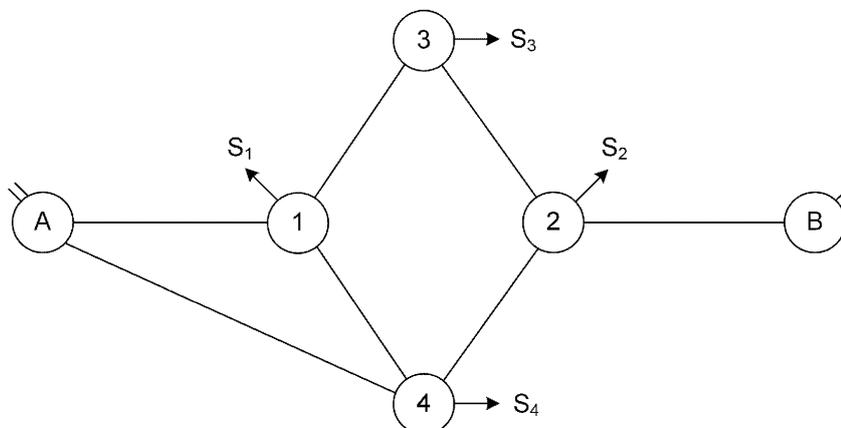
Примерный перечень тем

1. Расчет сети с двухсторонним питанием

Примерные задания

Рассчитать установившийся режим электрической сети с двух сторонним питанием методом контурных уравнений или методом эквивалентирования.

## ВАРИАНТ 1.1



### ЗАДАНИЕ:

Рассчитать потоки мощностей в линиях электропередачи электрической сети.  
Ответ представить в графическом виде.

### ДОПУЩЕНИЯ:

Потери мощности не учитывать.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Напряжение балансирующего узла А: 115 кВ.

Напряжение балансирующего узла В: 121 кВ.

### Мощность нагрузочных узлов:

$S_1 = 10 + j5$  МВА;

$S_2 = 40 + j20$  МВА;

$S_3 = -30 - j15$  МВА;

$S_4 = 60 + j30$  МВА;

### Параметры линий:

Все линии выполнены сечением АС-240.

$Z_0 = 0,1 + j 0,4$  Ом/км.

А-1: 2\*60 км;

А-4: 2\*60 км;      1-3: 2\*50 км;      1-4: 1\*40 км;

2-3: 1\*30 км;      2-4: 2\*40 км;      2-В: 2\*40 км.

### Примечания:

2\*60 км означает, что на участке построено 2 ЛЭП, длина участка составляет 60 км.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Коллоквиум

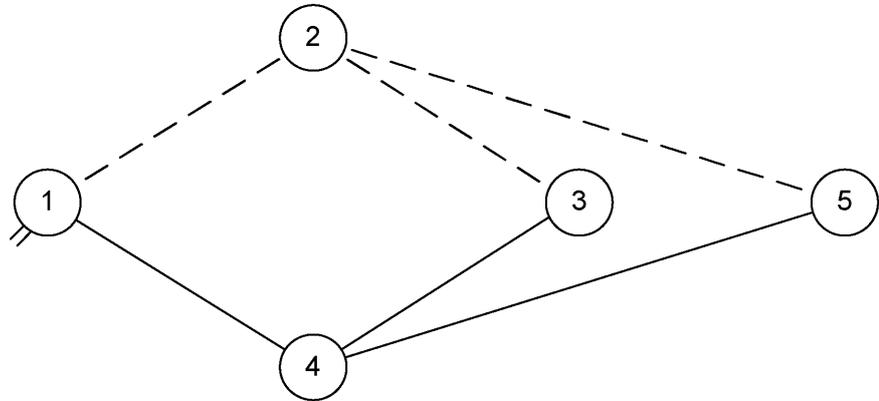
Примерный перечень тем

1. Выбор сечений линий электропередач

Примерные задания

Необходимо выполнить требуемые расчёты установившихся режимов электрической сети и выбрать сечение проводов линий электропередач, отмеченных пунктиром.

## ВАРИАНТ 1.1



### ЗАДАНИЕ:

- Рассчитать потоки мощности по всем линиям.
- Выбрать экономичное сечение ЛЭПотмеченных пунктиром.
- Проверить выбранное сечение по допустимым токам.

### ДОПУЩЕНИЯ:

- Потери мощности не учитывать.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Напряжение балансирующего узла: 115 кВ.

Мощность нагрузочных узлов:

$P_2 = 10 + j5$  МВА;

$P_3 = 40 + j20$  МВА;

$P_4 = -30 - j15$  МВА;

$P_5 = 60 + j30$  МВА.

Параметры линий:

- Все существующие линии выполнены сечением АС-240.
- На всех существующих участках по 1 цепи.

1-2: 60 км;

1-4: 60 км;

2-3: 40 км;

2-5: 30 км;

3-4: 40 км;

4-5: 50 км.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Расчетная работа № 1

## Примерный перечень тем

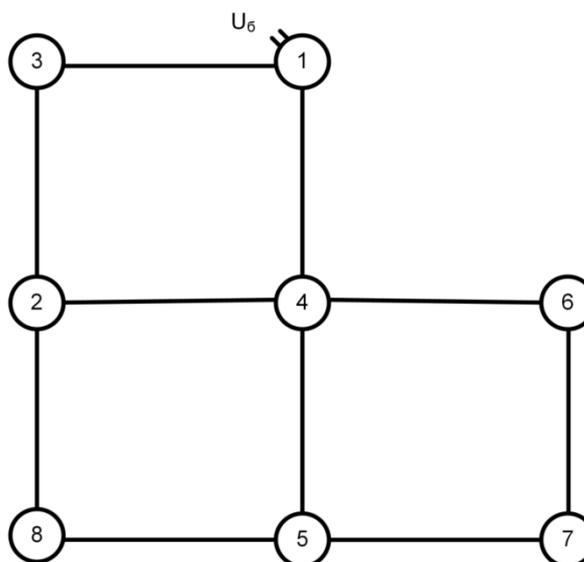
### 1. Расчёт сложноразветвленной электрической сети

#### Примерные задания

- 1) Выполнить расчёт распределения потоков мощностей, без учета продольных потерь мощности: методом эквивалентирования и методом контурных уравнений.
- 2) Определить узлы разрезания контуров.
- 3) На основе распределения потоков мощностей, полученных в п.1., необходимо выполнить одну итерацию расчёта с учётом потерь мощности.
- 4) Подготовить исходные данные для второй итерации (2 итерацию рассчитывать не надо):
- 5) Уточнить мощности в узлах, полученных при разрезании контуров (учесть уравнительные потоки мощности).
- 6) Найти средние уровни напряжения в узлах разрезания контуров.
- 7) Уточнить потери мощности в шунтах и эквивалентные нагрузки.
- 8) Полученные результаты расчётов, после первой итерации сравнить с результатами расчёта в ПК RastrWin.

### Задание для РГР №3. Гр. ЭН-390001.

#### Расчёт сложно замкнутой электрической сети



Примечания к схеме: 1) За положительное направление потока мощности в узлах принято направление потока мощности нагрузки.

2) Угол напряжения базисного узла равен нулю.

3) Длина линий указана в километрах.

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам

№ вар.	U6	Длина ЛЭП 1-3 и 1-4		Длина ЛЭП 2-4 и 2-8		Длина ЛЭП 4-5 и 4-6		Длина ЛЭП 5-7		Длина ЛЭП 2-3		Длина ЛЭП 6-7		Длина ЛЭП 5-8		Марка ЛЭП 1-3 и 1-4		Марка ЛЭП 2-4 и 2-8		Марка ЛЭП 4-5 и 4-6		Марка ЛЭП 5-7		Марка ЛЭП 2-3		Марка ЛЭП 6-7		Марка ЛЭП 5-8		S2, МВА	S3, МВА	S4, МВА	S5, МВА	S6, МВА	S7, МВА	S8, МВА
1.1	123	42	31	64	33	43	34	50	2хАС-240	3хАС-150	2хАС-185	3хАС-150	1хАС-150	2хАС-240	2хАС-240	46+ j23	-24- j27	23+ j12	35+ j18	65+ j33	51+ j26	70+ j35														
1.2	124	43	31	42	25	41	31	49	1хАС-150	2хАС-120	3хАС-185	2хАС-120	2хАС-120	3хАС-150	1хАС-240	42+ j21	-56- j28	26+ j13	24+ j12	68+ j34	59+ j30	71+ j36														
1.3	117	41	35	44	34	34	35	48	3хАС-185	2хАС-120	2хАС-150	2хАС-185	3хАС-150	3хАС-185	2хАС-185	45+ j23	-60- j30	49+ j15	12+ j11	67+ j34	57+ j29	77+ j39														
1.4	118	44	32	42	32	43	31	49	2хАС-120	1хАС-185	3хАС-185	3хАС-185	3хАС-150	2хАС-150	3хАС-185	41+ j21	-74- j27	23+ j12	20+ j10	63+ j32	52+ j26	76+ j38														
1.5	120	42	32	42	52	42	35	48	2хАС-150	2хАС-120	1хАС-240	1хАС-150	2хАС-240	2хАС-185	2хАС-120	48+ j24	-39- j30	20+ j10	27+ j14	36+ j33	56+ j28	75+ j38														

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2.6. Расчетная работа № 2

## Примерный перечень тем

### 1. Проектирование района развития электрической сети

#### Примерные задания

- 1) Составить баланс по активной мощности.
- 2) С учётом баланса по активной мощности необходимо разработать не менее 3 вариантов развития электрической сети 110 кВ (трассы и число цепей ЛЭП).
- 3) Выбрать сечения всех проектируемых ЛЭП на основе расчётов и анализа установившихся режимов, с учётом критерий экономичного и надёжного обеспечения передачи электрической энергии от электростанций к потребителям. В качестве метода выбора экономичного сечения ЛЭП использовать метод экономической плотности тока (для гр. ЭН-360001 и гр. ЭН-360002) или метод экономических интервалов (для гр. ЭН-360003 и гр. ЭН-360004). При выборе сечений ЛЭП использовать полную номенклатуру сечений. Расчёт токовой загрузки ЛЭП выполнять вручную.
- 4) Выбрать схемы распределительных устройств 110 кВ на всех проектируемых подстанциях.
- 5) Рассчитать капиталовложения и издержки (на амортизацию и обслуживание, а также на покрытие потерь электроэнергии) по всем намеченным вариантам развития электрической сети.
- 6) Рассчитать приведённые затраты по всем намеченным вариантам развития электрической сети.
- 7) Выбрать два варианта развития электрической сети по минимуму приведённых затрат.
- 8) Выполнить анализ качества электрической энергии выбранных двух вариантов с помощью программного пакета RastWin. Рассмотреть следующие режимы:
  - Режим максимальных нагрузок.
  - Режим отключения самой нагруженной ЛЭП (смотреть удельную токовую загрузку).
- 11) Выбрать оптимальный вариант развития электрической сети.

## Индивидуальные варианты заданий «Проектирование района развития электрической сети 110 кВ»

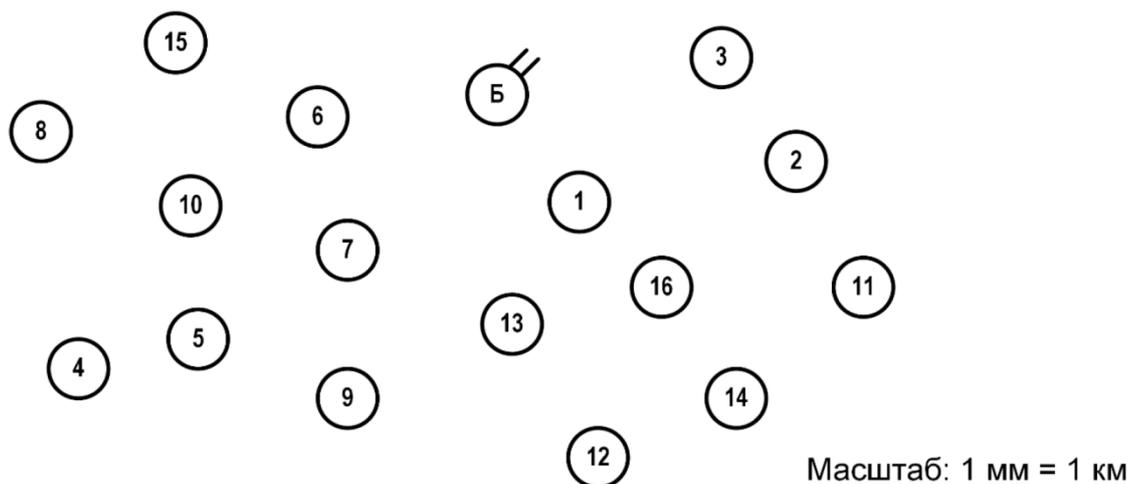


Рисунок – 1 Карта-схема размещения подстанций

Дополнительные данные:

- $\cos\varphi = 0,85$  – для всех нагрузок;
- $T_{\max}$  нагрузок – 5300 ч;
- район проектирования – Урал;
- в узлах с 13 по 16 потребители только III категории надежности (за исключением случаев, когда на этот узел приходится электростанция)
- в узлах с 1 по 12 состав потребителей по надежности одинаков: I категории – 20 %, II – 40 %, III – 40 %.

Таблица 1 – Варианты задания на курсовой проект

№ вар.	Мощности нагрузок подстанций, МВт															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	15				-24				45		15		22,5			
2			45			30				45		-48		15		
3		37,5		7,5			45				22,5					-24
4	-24		30		15			52,5								22,5
5		45				15			37,5			-48			30	

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Алгоритм расчёта электрической сети с двухсторонним питанием. Привести пример расчёта на схеме электрической сети, содержащей не менее трёх узлов.
2. Алгоритм расчёта электрической сети методом эквивалентирования. Привести пример расчёта на схеме электрической сети, содержащей не менее трёх узлов.

3. Алгоритм расчёта электрической сети методом контурных уравнений. Привести пример расчёта на схеме электрической сети, содержащей не менее четырёх узлов.
  4. Алгоритм расчёта электрической сети методом коэффициентов токораспределения. Привести пример расчёта на схеме электрической сети, содержащей не менее трёх узлов.
  5. Учёт фактора надёжности электроснабжения при проектировании. Категории надёжности потребителей и требования к схемам их электроснабжения.
  6. Этапы проектирования развития электрической сети и их характеристика.
  7. Метод экономической плотности тока для выбора сечений проводов ЛЭП.
  8. Метод годовых приведённых затрат. Формирование составляющих затрат по сооружению и эксплуатации электрической сети.
  9. Метод годовых приведённых затрат. Статическая и динамическая формы записи приведённых затрат.
  10. Метод экономических интервалов.
  11. Методика определения ущерба от ненадёжности электроснабжения.
  12. Сущность первичного, вторичного и третичного регулирования частоты.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ПК-39	У-8 П-4 П-5	Лабораторные занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2