

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Моделирование систем электроснабжения

**Код модуля**  
1161229(1)

**Модуль**  
Автоматизированные системы электроснабжения

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

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

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

- **Стаймова Елена Дмитриевна, Старший преподаватель, автоматизированных электрических систем**
- **Тавлинцев Александр Сергеевич, Доцент, автоматизированных электрических систем**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Моделирование систем электроснабжения**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Расчетная работа	1
		Собеседование/устный опрос	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Моделирование систем электроснабжения**

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
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач	Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен

	<p>профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p>	<p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Собеседование/устный опрос</p>
<p>ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и</p>	<p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	<p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Собеседование/устный опрос</p>

технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности		
ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p>	<p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Собеседование/устный опрос</p>
ПК-1 -Способен создавать и анализировать модели систем электроснабжения и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния	<p>З-1 - Характеризовать информацию об элементах систем электроснабжения, необходимую для создания их моделей, в том числе расчётных.</p> <p>П-1 - Создавать числовые модели систем электроснабжения и отдельных её элементов.</p> <p>П-2 - Анализировать свойства систем электроснабжения и отдельных её элементов на основе созданных моделей и сделать выводы.</p>	<p>Зачет</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Собеседование/устный опрос</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-3 - Прогнозировать состояние элементов систем электроснабжения на основе созданных моделей и представить прогноз.</p> <p>У-1 - Соотносить исходные параметры электрических схем систем электроснабжения и расчётные модели этих систем.</p>	
<p>ПК-2 -Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы системы электроснабжения для выявления их соответствия технико-экономическим требованиям</p>	<p>З-1 - Описывать технические и экономические требования к показателям качества электрической энергии.</p> <p>П-1 - Сделать вывод о допустимости режимов электрической сети, в том числе с учётом режимов работы трансформаторов.</p> <p>У-1 - Оценивать технико-экономическую эффективность режимов работы систем электроснабжения по результатам расчётов этих режимов и по результатам измерений.</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен осуществлять управление режимами системы электроснабжения для обеспечения требуемого качества электрической энергии.</p>	<p>З-1 - Объяснить влияние показателей качества электрической энергии на функционирование систем электроснабжения.</p> <p>П-1 - Предлагать способы и средства регулирования напряжений в системах электроснабжения.</p> <p>У-1 - Анализировать параметры рассчитанных режимов электрической сети системы электроснабжения и выбирать, используя расчёты, требуемые корректировки режимных параметров.</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</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 – 0.4</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа</i>	2,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Собеседование/устный опрос</i>	2,9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	2,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

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

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

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
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	Шкала оценивания



	<b>обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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. Допустимая перегрузка трансформаторов
2. Токовая нагрузка обмоток автотрансформатора
3. Определение мощностей силовых трансформаторов
4. Проверка нагрузочной способности автотрансформаторов
5. Проверка допустимости включения на параллельную работу трансформаторов
6. Определение режима работы при включении трансформаторов на параллельную работу
7. Параметры схем замещения элементов электрических сетей
8. Определение потерь мощности и энергии в линиях и трансформаторах

Примерные задания

Определить нагрузки обмоток однофазных трансформаторов 3хАОДЦТН – 167000 с номинальными напряжениями  $U_v/U_c/U_n = 500/230/11$  кВ; мощностями  $S_v/S_c/S_n = 500/500/150$  МВ·А; предельно допустимый ток общей обмотки  $I_{омах} = 750$  А.

Активная мощность  $P = 500$  МВт поступает со стороны ВН, а реактивная, от СК  $Q_{СК} = 100$

Мвар – со стороны НН.

Два трансформатора с разными значениями вторичных напряжений включают на параллельную работу. Трансформаторы имеют следующие технические параметры: МВА; кВ; кВ; %;

группа соединения обмоток Y/Д-11.

Определить уравнивающий ток после включения трансформаторов на параллельную работу

Два трансформатора с разными значениями напряжений КЗ включают на параллельную работу. Трансформаторы имеют следующие технические параметры: МВА; %, %; суммарная нагрузка потребителей МВА.

Определить распределение нагрузки между трансформаторами

Определить уравнивающий ток, предположив, что на параллельную работу были ошибочно включены два трансформатора, имеющих одинаковые номинальные параметры

( , ), при наличии сдвига векторов линейных напряжений в их вторичных обмотках, например, при группах соединений Y/Д-11 и Y/Д-1

Рассчитать параметры схемы замещения заданной электрической сети. Схему замещения с численными значениями параметров представить в графическом виде. Трансформаторы в электрической сети: 2\*ТРДН-40000/110/10;  $U_k=10,5\%$ ;  $dP_{кз}=172$  кВт;  $dP_{xx}=36$  кВт;  $I_{xx}=0,65\%$ ;  $U_{вн}=115$  кВ. Линия электропередачи: 2 одноцепные АС-240.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Создание расчетной модели электрической сети
  2. Расчет установившегося режима электрической сети
  3. Построение графика регулирования коэффициента понижающего трансформатора при заданном графике нагрузки
  4. Регулирование напряжения электрической сети в нормальных и послеаварийных режимах
  5. Оценка перегрузочной способности по току элементов электрической сети
  6. Определение потерь электроэнергии в электрической сети
- 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. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Расчёты режимов электрической сети.

Примерные задания

Определить параметры схемы замещения электрической сети.

Произвести расчёт режима и оценить допустимость напряжений в узлах низкой ступени напряжений.

Предложить средства регулирования напряжений в узлах электрической сети с учётом заданного графика нагрузки

Определить суточные или годовые потери электроэнергии в электрической сети

Для расчёта режима электрической сети представить нагрузки потребителей статическими характеристиками. Проанализировать влияние различных статических характеристик на результаты расчёта режима.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Собеседование/устный опрос

Примерный перечень тем

1. Основные понятия эксплуатации электрооборудования. Жизненный цикл.
2. Эксплуатационные свойства электрооборудования.
3. Типы двигателей.
4. Самозапуск двигателей.
5. Питание собственных нужд понизительной подстанции.
6. Определение мощностей силовых трансформаторов.

Примерные задания

Определить мощности силовых трансформаторов и автотрансформаторов

Число и мощность блоков – 5 x 300 МВт

Число подходящих к РУВН ВЛ 500 кВ – 2

Число подходящих к РУСН ВЛ 220 кВ – 4

Число АТ – 2

Местная сеть:  $P_{\max} = 200$  МВт,  $\cos\Phi = 0,9$

Суточный график нагрузки местной сети СН

Часы 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Зима

%от

$P_{\max}$  50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 100 100 100 100 100 100 50 50 50 50 50 50 50 50

Лето

%от

$P_{\max}$  50 50 50 50 50 50 50 50 50 75 75 75 75 75 75 50 50 50 50 50 50 50 50

Аварийный резерв системы  $P_{рез}=500$  МВт

LMS-платформа – не предусмотрена

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

### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Основные принципы и требования к системам электроснабжения промышленных предприятий.
2. Основные свойства систем электроснабжения.
3. Системы внешнего электрообеспечения систем электроснабжения.
4. Режимы работы нейтрали.

5. Силовые трансформаторы.
  6. Распределение мощности между параллельно работающими трансформаторами.
  7. Допустимая перегрузка трансформаторов.
  8. Коммутационное оборудование в электрических сетях среднего и низкого напряжений..
  9. Нормальные и допустимые режимы работы элементов систем электроснабжения
  10. Диагностика состояния электрического оборудования систем электроснабжения.
  11. Эксплуатация распределительных устройств.
  12. Показатели надежности электроустановок.
  13. Оценки надежности работы электрооборудования.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Иерархическая структура построения электрических сетей. Классы напряжений.
2. Классификация электрических режимов. Задачи расчёта электрических режимов.
3. Схема замещения линий электропередачи (ЛЭП) для расчёта установившихся режимов. Зависимость параметров схем замещения от конструкции ЛЭП.
4. Основные характеристик источников и потребителей электроэнергии. Представление в схемах замещения при расчётах установившихся режимов. Статические характеристики нагрузки.
5. Графики электрических нагрузок сети. Расчётные нагрузки и их характеристики. Число часов использования максимальной и установленной мощности. Коэффициенты участия в максимуме нагрузки, использования установленной мощности, формы.
6. Балансы мощности и энергии. Качество электроэнергии в электроэнергетических системах. Графики активных и реактивных нагрузок.
7. Баланс реактивной мощности в энергосистемах. Коэффициент мощности потребителей и его контроль.
8. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей.
9. Схемы замещения электрической сети.
10. Исходные данные для разработки математической модели электрической сети. Основные принципы и допущения при построении математической модели для выполнения расчетов установившихся режимов.
11. Трансформаторы и автотрансформаторы с регулированием коэффициента трансформации под нагрузкой. Выбор рациональных регулировочных ответвлений на трансформаторах с РПН.
12. Регулирование напряжения. Компенсирующие устройства. Выбор мощности компенсирующих устройств из условия допустимых уровней напряжения.
13. Отклонения и колебания напряжения, причины их образования, возможные величины, влияние на работу электроприёмников. Технико-экономические показатели работы потребителей электроэнергии при номинальном напряжении и отклонениях от него.
14. Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов и качества электроэнергии.
15. Составление математических моделей для расчёта перспективных установившихся режимов.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.