

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оптимизация развития электроэнергетических систем

**Код модуля**  
1157060(0)

**Модуль**  
Экономика и развитие интеллектуальных  
электроэнергетических систем

**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	Тавлинцев Александр Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Тавлинцев Александр Сергеевич, Доцент, автоматизированных электрических систем

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Оптимизация развития электроэнергетических систем**

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Оптимизация развития 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
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	Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований	Зачет Контрольная работа № 2 Лекции
ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты,	Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности	Зачет Контрольная работа № 1 Лекции

<p>системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов  З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений  З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами  П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений  У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов  У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений  У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	
<p>ПК-1 -Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</p>	<p>З-19 - Описывать приёмы прогнозирования электрических нагрузок с использованием методов регрессионного анализа  З-20 - Описывать методы статистической оценки значимости факторов,</p>	<p>Зачет  Лабораторные занятия  Лекции  Практические/семинарские занятия</p>

	<p>влияющих на величину электрической нагрузки</p> <p>З-21 - Описывать методы многокритериального анализа для выбора оптимальной стратегии развития энергосистем</p> <p>З-22 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>П-10 - Осуществлять анализ описательных статистик для регрессионной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-11 - Осуществлять выбор оптимальной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-9 - Разрабатывать модель для прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>У-11 - Оценивать статистическую значимость регрессионных моделей и их параметров для прогнозирования электрических нагрузок, а также погрешности полученных прогнозов</p> <p>У-12 - Выделять статистически значимые влияющие факторы для прогнозирования электрической нагрузки</p> <p>У-13 - Выбирать метод оптимизации в зависимости от поставленных целей развития энергосистемы и показателей развития</p>	
<p>ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>З-22 - Описывать приёмы прогнозирования электрических нагрузок с использованием методов регрессионного анализа</p> <p>З-23 - Описывать методы статистической оценки значимости факторов, влияющих на величину электрической нагрузки</p> <p>З-24 - Описывать методы многокритериального анализа</p>	<p>Зачет</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	<p>для выбора оптимальной стратегии развития энергосистем</p> <p>З-25 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>П-11 - Разрабатывать модель для прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-12 - Осуществлять анализ описательных статистик для регрессионной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-13 - Осуществлять выбор оптимальной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>У-13 - Оценивать статистическую значимость регрессионных моделей и их параметров для прогнозирования электрических нагрузок, а также погрешности полученных прогнозов</p> <p>У-14 - Выделять статистически значимые влияющие факторы для прогнозирования электрической нагрузки</p> <p>У-15 - Выбирать метод оптимизации в зависимости от поставленных целей развития энергосистемы и показателей развития</p>	
<p>ПК-3 -Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p>	<p>З-35 - Описывать приёмы прогнозирования электрических нагрузок с использованием методов регрессионного анализа</p> <p>З-36 - Описывать методы статистической оценки значимости факторов, влияющих на величину электрической нагрузки</p> <p>З-37 - Описывать методы многокритериального анализа для выбора оптимальной стратегии развития энергосистем</p>	<p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Лабораторные занятия</p>

	<p>З-38 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>П-22 - Разрабатывать модель для прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-23 - Осуществлять анализ описательных статистик для регрессионной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-24 - Осуществлять выбор оптимальной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>У-24 - Оценивать статистическую значимость регрессионных моделей и их параметров для прогнозирования электрических нагрузок, а также погрешности полученных прогнозов</p> <p>У-25 - Выделять статистически значимые влияющие факторы для прогнозирования электрической нагрузки</p> <p>У-26 - Выбирать метод оптимизации в зависимости от поставленных целей развития энергосистемы и показателей развития</p>	
<p>ПК-4 -Способен проектировать новые объекты электроэнергетики с технико-экономическим обоснованием проектов</p>	<p>З-10 - Описывать методы многокритериального анализа для выбора оптимальной стратегии развития энергосистем</p> <p>З-11 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-8 - Описывать приёмы прогнозирования электрических нагрузок с использованием методов регрессионного анализа</p> <p>З-9 - Описывать методы статистической оценки значимости факторов, влияющих на величину электрической нагрузки</p>	<p>Зачет Контрольная работа № 2 Лекции</p>

	<p>П-10 - Осуществлять выбор оптимальной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-8 - Разрабатывать модель для прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-9 - Осуществлять анализ описательных статистик для регрессионной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>У-10 - Выделять статистически значимые влияющие факторы для прогнозирования электрической нагрузки</p> <p>У-11 - Выбирать метод оптимизации в зависимости от поставленных целей развития энергосистемы и показателей развития</p> <p>У-9 - Оценивать статистическую значимость регрессионных моделей и их параметров для прогнозирования электрических нагрузок, а также погрешности полученных прогнозов</p>	
<p>ПК-8 -Способен решать задачи развития интеллектуальных электроэнергетических систем, используя методы прогнозирования и оптимизации</p>	<p>З-1 - Описывать приёмы прогнозирования электрических нагрузок с использованием методов регрессионного анализа</p> <p>З-2 - Описывать методы статистической оценки значимости факторов, влияющих на величину электрической нагрузки</p> <p>З-3 - Описывать методы многокритериального анализа для выбора оптимальной стратегии развития энергосистем</p> <p>З-4 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>П-1 - Разрабатывать модель для прогнозирования электрических нагрузок</p>	<p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	<p>П-2 - Осуществлять анализ описательных статистик для регрессионной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>П-3 - Осуществлять выбор оптимальной модели прогнозирования электрических нагрузок</p> <p>У-1 - Оценивать статистическую значимость регрессионных моделей и их параметров для прогнозирования электрических нагрузок, а также погрешности полученных прогнозов</p> <p>У-2 - Выделять статистически значимые влияющие факторы для прогнозирования электрической нагрузки</p> <p>У-3 - Выбирать метод оптимизации в зависимости от поставленных целей развития энергосистемы и показателей развития</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 – 0.60</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа</i>	3,16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</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>Контрольная работа 1</i>	3,8	50
<i>Контрольная работа 2</i>	3,12	50
<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 – 0.20</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторные работы</i>	3,16	100
<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>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	<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

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	<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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</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 (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. Применение методов принятия решений в условиях неопределенности (критерии Вальда, Гурвица, Лапласа-Байеса, Сэвиджа)
2. Применение критериев экономической и финансовой эффективности для сравнительной оценки решений по развитию ЭЭС и их объектов
3. Освоение методов многокритериального анализа в задачах развития ЭЭС
4. Методы факторного анализа для моделирования показателей сооружения энергетических объектов
5. Применение планирования эксперимента для моделирования характеристик ЭЭС
6. Получение регрессионных моделей прогнозирования нагрузок и электропотребления в ЭЭС
7. Получение эконометрических моделей прогнозирования
8. Модели оптимизации электрической сети энергосистемы: методы ветвей и границ, поконтурной оптимизации, динамического программирования  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Построение регрессионных моделей прогнозирования электрических нагрузок и электропотребления
2. Применение планирования эксперимента для моделирования показателей объектов ЭЭС
3. Исследование методов многокритериальной оптимизации  
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. Разработка регрессионной модели для прогнозирования электропотребления

Примерные задания

Выполнить прогнозирование потребления электрической энергии на один год вперёд на основе линейной регрессионной модели. Выполнить проверку статистической значимости полученной модели (критерий Фишера).

Ретроспективные данные электропотребления

Год    Э, МВтч

1      1,72

2      2,39

3      3,02

4      3,71

5      4,28

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Метод ветвей и границ

Примерные задания

Найти оптимальное решение следующей оптимизационной задачи методом ветвей и границ:

$$F(x_1, x_2) = 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \rightarrow \max_{x_1, x_2}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} 4 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 15 \\ 1 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 6 \\ 1 \leq x_1 \leq 4 \\ 0 \leq x_2 \leq 2 \\ x_{1,2} \in \mathbb{Z} \end{array} \right.$$

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Теория игр

Примерные задания

Дана платежная матрица игры.

1. Отсеять доминируемые и неразличимые стратегии.
2. Составить эквивалентную игру с положительной платежной матрицей.
2. Определить в игре стратегии минимакса, лапласа, севида, вальда и пессимизма-оптимизма ( $\alpha = 0.3$ ) для обоих игроков.
3. Определить верхнюю, нижнюю и равновесную (если равновесие существует) цены игры.
4. Определить равновесную цену при возможности смешанных стратегий.
5. Определить оптимальные смешанные стратегии игроков.

Для выделенной части расписать решение задачи линейного программирования.

Для полной части достаточно привести готовые решения.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
A1	-30	-29	29	6	11	9	-27	41
A2	4	-23	-47	-10	-18	37	1	-22
A3	43	-13	-46	10	23	-49	-34	11
A4	7	27	-14	-31	43	-45	-41	44
A5	-4	-1	32	20	43	17	-37	4
A6	18	30	4	42	-40	36	44	26
A7	43	32	-45	15	-37	5	28	10
A8	39	-40	16	33	30	11	-26	26
A9	6	-28	-5	42	-40	-16	-31	-47
A10	0	36	27	5	-39	-27	38	-37

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Методы экспертного анализа. Принципы отбора экспертов и организации их работы. Требования к вопросам анкет. Методы работы экспертов. Методы обработки экспертных оценок: метод балльных оценок, метод Дельфи, метод «мозговой атаки», метод парных сравнений, метод дерева целей, метод Борда-Лапласа.
2. Иерархическая структура электроэнергетики страны. Внешние связи электроэнергетики. Краткая характеристика задач планирования развития ЭЭС. Проектные материалы управления развитием ЭЭС (ТЭД, ТЭО, «схемы», тех-проект, рабочие чертежи).
3. Понятие о большой искусственной системе и ее структуре. Методология и сущность системного подхода и системного анализа. Понятие о системах электроэнергетики. Основные свойства больших систем и их характеристика.
4. Понятия прогнозирования, планирования, проектирования; их транс-формация в современных социально-экономических условиях. Функционал цели и критерий оптимальности. Виды критериев для задач развития электроэнергетики.

5. Иерархия систем и условия оптимизации локальных систем. Причины существования вероятно-оптимальных планов.
  6. Типы условий оптимизации и характер решений в задачах развития ЭЭС. Критерии минимакса (Вальда), пессимизма-оптимизма (Гурвица), недостаточного основания (Лапласа-Байеса), минимаксного риска (Сэвиджа) в задачах развития ЭЭС при неопределенной информации. Совместное использование критериев принятия решений в условиях неопределенности.
  7. Характеристика субъектов системы управления в энергетике, их интересов и целей. Формирование критериев в задачах развития ЭЭС.
  8. Критерии экономичности. Критерии экономической эффективности. Метод годовых приведенных затрат. Статический и динамический случаи. Критерий интегральных приведенных затрат как отражение народнохозяйственной эффективности. Условия тождества технического эффекта.
  9. Понятие о многокритериальном анализе. Принцип Парето и Парето-оптимальные планы. Множество компромиссов. Обзорная характеристика методов многокритериального анализа (методы скаляризации, предпочтений, экспертиз).
  10. Характеристика методов прогнозирования нагрузок и электропотребления. Прогнозирование на основе регрессионного анализа. Этапы формирования моделей прогнозирования и оценка качества моделей по статистическим критериям. Авторегрессионные модели нагрузок и электропотребления. Прогнозирование по авторегрессионным моделям. Учет изменения тренда в регрессионных и авторегрессионных моделях. Модели с дисконтированием. Прогнозирование в иерархических системах. Согласование прогнозов Факторно-регрессионные модели прогнозирования нагрузок и электропотребления. Эконометрические модели прогнозирования.
  11. Постановка проблемы оптимизации развития электрической сети. Функция оптимальных затрат в элемент электрической сети. Оптимизация конфигурации электрической сети методом проектирования градиента и методом ветвей и границ. Основы метода покоординатной оптимизации. Поконтурная оптимизация конфигурации электрической сети.
- 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.